

ㅘ

완자

정답친해



네이버  
학

## 물질과 규칙성

## 1 물질의 규칙성과 결합

## 1 우주 초기 원소의 생성

## 개념 확인 문제

15쪽

- ① 빅뱅 우주론   ② 전자   ③ 중성자   ④ 쿼크   ⑤ 전자  
 ⑥ 수소 원자   ⑦ 3분   ⑧ 38만 년   ⑨ 3000   ⑩ 우주  
 배경 복사

- 1 (1) 빅 (2) 정 (3) 정 (4) 빅   2 (1) × (2) × (3) ○ (4) ○ (5) ○  
 3  $\Gamma \rightarrow \Gamma \rightarrow \Gamma \rightarrow \Gamma$    4 ④   5 A: 원자핵, B: 전자  
 6 ㉠ 38만, ㉡ 원자, ㉢ 빛   7 (1) 펜지어스와 윌슨 (2) 3  
 (3) 모든 (4) 빅뱅 우주론

1 빅뱅 우주론은 가모프 등의 과학자가 주장한 이론으로, 우주가 팽창하면서 질량은 일정하고, 온도와 밀도가 감소한다.

정상 우주론은 호일 등의 과학자가 주장한 이론으로, 우주가 팽창하면서 질량이 증가하여 온도와 밀도가 일정하게 유지된다.

2 (1) 쿼크는 더 이상 분해되지 않는 기본 입자이다.

(2) 중성자는 쿼크 3개가 결합하여 만들어진 것이다.

(5) 원자는 양전하를 띠는 원자핵과 음전하를 띠는 전자가 결합하여 만들어진 입자이다.

3 빅뱅 후 우주가 팽창하면서 가벼운 입자가 먼저 생성되었고, 우주의 온도가 낮아짐에 따라 점차 무거운 입자가 생성되었다. 빅뱅 →  $\Gamma$ . 쿼크, 전자 등의 기본 입자 생성 →  $\Gamma$ . 양성자(수소 원자핵), 중성자 생성 →  $\Gamma$ . 헬륨 원자핵 생성 →  $\Gamma$ . 원자 생성

4 헬륨 원자핵이 생성되기 직전, 우주에는 양성자의 수가 중성자의 수보다 많았다. 빅뱅 후 약 3분이 되었을 때 양성자와 중성자가 결합하여 헬륨 원자핵이 생성되었다. 헬륨 원자핵을 생성하고 남은 양성자는 그 자체가 수소 원자핵으로, 수소 원자핵과 헬륨 원자핵의 질량비는 약 3 : 1이었다.

5 원자는 원자핵의 주위를 전자가 돌고 있는 구조이다. 수소 원자는 수소 원자핵 주위를 전자 1개가 도는 구조이고, 헬륨 원자는 헬륨 원자핵 주위를 전자 2개가 도는 구조이다.

6 빅뱅 후 약 38만 년이 되었을 때 중성인 원자가 생성되면서 빛이 원자핵이나 전자의 방해 받지 않고 우주 공간으로 퍼져 나가 우주가 투명해졌다.

7 (1) 우주 배경 복사는 빅뱅 우주론에 따라 가모프에 의해 예측되었고, 펜지어스와 윌슨에 의해 최초로 관측되었다.

(2) 원자가 생성되면서 우주 배경 복사가 우주 공간으로 퍼져 나갈 때 우주의 온도가 약 3000 K이었고, 현재는 온도가 낮아져 약 3 K이 되었다.

(3) 우주 배경 복사는 우주 공간에 퍼져 있는 빛이므로 우주의 모든 방향에서 거의 같은 세기로 관측된다.

(4) 빅뱅 우주론에 따라 예측된 우주 배경 복사가 실제로 관측되었으므로 우주 배경 복사는 빅뱅 우주론을 지지하는 증거가 된다.

## 개념 확인 문제

18쪽

- ① 스펙트럼   ② 연속 스펙트럼   ③ 흡수 스펙트럼   ④ 방출 스펙트럼(선 스펙트럼)  
 ⑤ 흡수   ⑥ 종류   ⑦ 질량비  
 ⑧ 3 : 1

- 1 (가)  $\Gamma$  (나)  $\Gamma$  (다)  $\Gamma$    2 (1) (다) (2) (나) (3) (가)   3  $\Gamma$ ,  $\Gamma$   
 4 (1) × (2) × (3) ○   5 (가) D (나) E   6 (1) ○ (2) × (3) ○

1 (가) 검은 바탕에 몇 개의 밝은 선(방출선)이 나타나므로 방출 스펙트럼( $\Gamma$ )이다.

(나) 연속적인 색의 띠를 바탕으로 검은 선(흡수선)이 나타나므로 흡수 스펙트럼( $\Gamma$ )이다.

(다) 무지개처럼 넓은 파장에 걸쳐 연속적으로 나누어진 색의 띠가 나타나므로 연속 스펙트럼( $\Gamma$ )이다.

2 (1) 고온의 광원에서 방출하는 빛을 관측하면 (다)와 같이 넓은 파장에 걸쳐 퍼진 빛의 띠, 즉 연속 스펙트럼이 나타난다.

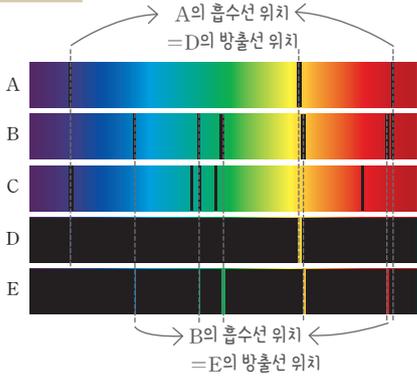
(2) 별빛이 저온의 성운을 통과하면서 특정한 파장이 흡수된 빛을 관측하면 흡수된 특정한 파장의 빛만 스펙트럼에 나타나지 않아 (나)와 같은 흡수 스펙트럼이 나타난다.

(3) 별 주위에서 가열된 성운이 방출하는 빛을 관측하면 성운을 이루는 원소가 방출하는 특정한 파장의 빛만 스펙트럼에 나타나 (가)와 같은 방출 스펙트럼이 나타난다.

3 원소마다 고유한 선 스펙트럼이 나타나며 원소의 밀도에 따라 흡수선의 세기가 달라지므로 별빛의 스펙트럼을 분석하면 구성 원소의 종류와 질량비를 알아낼 수 있다.

- 4 (1) 스펙트럼에서 같은 원소로 인해 나타나는 흡수선과 방출선의 위치(파장)는 같다.  
 (2), (3) 원소마다 고유의 선 스펙트럼이 나타나므로 방출선이 나타나는 위치는 기체의 종류에 따라 다르며, 스펙트럼을 관찰하면 원소를 구별할 수 있다.

5 **꼼꼼 문제 분석**



같은 원소는 스펙트럼에서 흡수선과 방출선의 위치가 같다. 따라서 A는 D와 같은 원소이고, B는 E와 같은 원소이다.

- 6 (1) 우주를 구성하고 있는 다양한 천체의 스펙트럼을 분석하면 우주 전역에 분포하는 원소의 종류와 질량비를 알 수 있다.  
 (2) 우주 전역에 분포하는 원소 중 수소가 약 74 %를 차지하고, 헬륨은 약 24 %를 차지한다.  
 (3) 빅뱅 우주론의 계산에 따라 우주에 분포하는 수소와 헬륨의 질량비가 약 3 : 1일 것으로 예측되었고, 천체의 스펙트럼을 분석한 결과 실제로 수소와 헬륨의 질량비가 약 3 : 1로 관측되었다.

19쪽

**원자핵** Q1 ①  
**비법 특강** Q2 ⑤

Q1 ㄱ. A, B 모두 정지 상태와 비교할 때 흡수선 파장이 붉은색 쪽으로 이동하였으므로 스펙트럼에 적색 편이가 나타난다.

**바로알기** ㄴ. 적색 편이가 클수록 후퇴 속도가 빠르므로 A는 B보다 후퇴 속도가 느리다.

ㄷ. 허블 법칙에 따르면 우리은하로부터의 거리가 멀수록 후퇴 속도가 빠르므로 우리은하로부터의 거리는 A가 B보다 가깝다.

Q2 ㄱ. 그래프에서 거리와 후퇴 속도가 비례 관계이므로 우리은하로부터의 거리가 멀수록 후퇴 속도가 빠르다.

ㄴ.  $\frac{v}{x}$ 는 그래프에서 직선의 기울기이므로 허블 법칙( $V=H \cdot R$ )에서 허블 상수( $H$ )에 해당한다.

ㄷ. 대부분의 외부 은하들이 우리은하로부터 멀어지고, 거리가 멀수록 외부 은하의 후퇴 속도가 빠른 것은 은하들 사이의 공간이 확장되기 때문이며, 이는 우주가 팽창하기 때문이다.

20쪽

**원자핵** Q1 양성자가 생성된 시기  
**비법 특강** Q2 천체의 스펙트럼 관측(별빛의 스펙트럼 관측)

Q1 우주의 온도가 낮아지면서 더 무거운 입자가 생성되었다. 양성자보다 원자가 더 무거운 입자이므로 양성자가 생성된 시기에 우주의 온도가 더 높았다.

Q2 천체의 스펙트럼을 분석하여 구성 원소의 종류와 질량비를 알 수 있다.

**내신 안정 문제**

21~24쪽

01 ③	02 ②	03 ④	04 ④	05 ②	06 ①
07 ③	08 ②	09 ①	10 ②	11 ⑤	12 ⑤
13 ⑤	14 ③	15 ③	16 ①	17 ③	18 ④
19 ④	20 ⑤	21 해설 참조	22 해설 참조	23 해설 참조	24 해설 참조

01 ①, ② 빅뱅 우주론은 가모프 등이 주장하였으며, 고온 고밀도의 한 점에서 빅뱅이 일어나 우주가 현재까지 계속 팽창하고 있다는 우주론이다.

④ 우주를 이루는 수소와 헬륨의 질량비와 우주 배경 복사는 빅뱅 우주론을 지지하는 증거이다.

⑤ 은하들 사이의 거리가 멀어지는 것은 우주가 팽창하기 때문이다.

**바로알기** ③ 허블이 외부 은하를 관측하여 우주의 팽창이 밝혀졌고, 우주가 팽창한다는 사실을 바탕으로 빅뱅 우주론이 등장하였다.

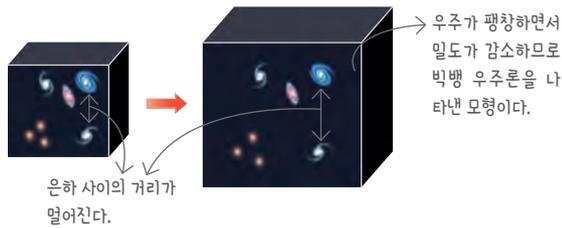
02 ② 빅뱅 우주론에서는 우주를 이루는 기본적인 물질은 빅뱅 초기에 생성되었기 때문에 우주가 팽창하는 동안 우주의 질량이 일정하지만, 정상 우주론에서는 우주가 팽창하면서 생기는 빈 공간에서 물질이 계속 생성되어 우주의 질량이 증가한다.

**바로알기** ① 두 우주론은 우주가 팽창한다는 것을 전제로 한다.

③, ④ 빅뱅 우주론에서는 우주가 팽창하는데 질량이 일정하므로 우주의 밀도와 온도는 감소한다. 정상 우주론에서는 우주가 팽창하는데 질량도 증가하여 우주의 밀도와 온도는 일정하게 유지된다.

⑤ 빅뱅 우주론은 가모프 등이 주장하였고, 정상 우주론은 호일 등이 주장하였다.

### 03 **꼼꼼 문제 분석**



ㄴ. 빅뱅 우주론은 우주가 팽창함에 따라 온도가 낮아진다.  
 ㄷ. 빅뱅 우주론은 우주 팽창을 전제로 한다. 우주 공간이 팽창하면 은하 사이의 거리가 멀어지며, 멀리 있는 은하일수록 더 빠른 속도로 멀어진다.  
**바로알기** ㄱ. 빅뱅 우주론은 가모프 등의 과학자가 주장하였다. 호일은 정상 우주론을 주장하였다.

**04** ① 기본 입자에는 쿼크, 전자 등이 있다.  
 ② 중성자는 2개의 같은 종류의 쿼크와 1개의 다른 종류의 쿼크로 이루어진다. 양성자와 양성자는 모두 3개의 쿼크로 이루어지며, 구성하는 쿼크의 조합이 다르다.  
 ③ 양성자는 양전하를 띠고, 원자핵은 양성자와 전하를 띠지 않는 중성자로 이루어져 있으므로 양전하를 띤다.  
 ⑤ 원자는 양전하를 띤 원자핵의 주위를 음전하를 띤 전자가 도는 구조이다.  
**바로알기** ④ 양성자는 2개의 같은 종류의 쿼크와 1개의 다른 종류의 쿼크로 이루어진다. 즉, 3개의 쿼크가 결합한 입자이다.

**05** 원자는 원자핵(A)과 전자(C)로 이루어져 있고, 원자핵(A)은 양성자(B)와 중성자로, 양성자(B)와 중성자는 쿼크로 이루어져 있다.  
 ㄴ. 수소 원자핵은 양성자 1개에 해당하므로 쿼크 3개가 결합하여 생성된 1개의 B(양성자)로 이루어져 있다.  
**바로알기** ㄱ. 양성자(B)는 양전하를 띠고, 중성자는 전하를 띠지 않으므로 원자핵(A)은 양전하를 띤다.  
 ㄷ. C는 원자핵 주위를 도는 전자이다. 전자(C)는 기본 입자로, 더 이상 쪼개지지 않는다.

**06** ① 빅뱅 이후 우주의 온도가 낮아짐에 따라 쿼크와 전자 → 양성자와 중성자 → 원자핵(헬륨) → 원자(수소와 헬륨) 순으로 생성되었다.  
**바로알기** ② 양성자는 3개의 쿼크가 결합하여 만들어지므로 기본 입자가 아니다.  
 ③ 헬륨 원자핵은 2개의 양성자와 2개의 중성자로 이루어진다.  
 ④ 양성자 1개는 그 자체로 수소 원자핵이다.  
 ⑤ 중성자는 3개의 쿼크가 결합하여 만들어진다.

**07** ㄱ. 같은 종류의 쿼크 2개와 다른 종류의 쿼크 1개가 결합한 입자, 즉 쿼크 3개가 결합한 입자이므로 양성자 또는 중성자이다.  
 ㄴ. 양성자와 중성자가 결합하여 원자핵을 이룬다.  
**바로알기** ㄷ. 양성자와 중성자는 전자보다 무거운 입자로, 전자보다 나중에 생성되었다. 기본 입자인 전자와 쿼크는 빅뱅 후 가장 먼저 생성되었다.

**08** ② 빅뱅 후 약 3분이 되었을 때 양성자 2개와 중성자 2개가 결합하여 헬륨 원자핵이 생성되었다.  
**바로알기** ①, ③ 기본 입자는 빅뱅 이후 최초로 생성되었고, 온도가 점차 낮아지면서  $10^{-6}$ 초가 되었을 때 양성자와 중성자가 생성되었다.  
 ④, ⑤ 원자핵과 전자가 결합하여 원자가 생성되면서 빛이 자유롭게 이동할 수 있게 된 것은 빅뱅 후 약 38만 년이 되었을 때이다.

**09** (가)는 빅뱅 후  $10^{-6}$ 초가 되었을 때이고, (나)는 빅뱅 후 약 3분이 되었을 때이다.  
 ㄱ. (가)에서 (나)로 변화할 때 우주가 팽창하면서 우주의 온도가 낮아졌고, 빠르게 움직이던 양성자와 중성자의 운동이 느려져 서로 결합할 수 있게 되어 헬륨 원자핵이 생성되었다.  
**바로알기** ㄴ. 양성자는 그 자체로 수소 원자핵이 되었고, 양성자와 중성자가 결합하여 헬륨 원자핵이 되었다.  
 ㄷ. (나)에서 수소 원자핵과 헬륨 원자핵의 개수비는 약 12 : 1이었고, 질량비는 약 3 : 1이었다.

**10** (가)는 빛이 양전하를 띤 원자핵과 음전하를 띤 전자의 방해로 받아 빠져 나가지 못할 때이다.  
 (나)는 원자핵과 전자가 결합하여 중성인 원자가 생성되면서 빛이 자유롭게 빠져 나가 우주가 투명해지기 시작한 때이다.  
 ㄴ. 우주가 팽창하면서 온도가 낮아졌기 때문에 전자가 원자핵에 붙잡히게 되었고, 빛이 우주 전역으로 퍼져 나갔다.  
**바로알기** ㄱ. 빅뱅 후 약 38만 년이 지났을 때의 변화이다.  
 ㄷ. (나)에서 우주 공간으로 퍼져 나간 빛은 현재 우주 배경 복사로 남아 파장이 길어진 채로 우주 전역에서 관측된다.

### 11 **꼼꼼 문제 분석**

- (가) 쿼크의 결합에 의해 양성자와 중성자가 생성되었다.  
 ⇒ 양성자와 중성자 생성(원자핵 생성 이전) ①  
 (나) 전자가 원자핵에 붙잡히지 않고 서로 분리되어 있었다. ⇒ 원자핵 생성 후(원자 생성 이전) ②  
 (다) 빛의 진행을 방해받지 않고, 우주 공간으로 퍼져 나가기 시작하였다. ⇒ 원자 생성 ③

쿼크가 결합하여 양성자나 중성자가 되고, 양성자와 중성자가 결합하여 원자핵이 되며, 원자핵과 전자가 결합하여 원자가 생성되면서 빛이 우주 공간으로 퍼져 나가므로 시간이 경과한 순서는 (가) → (나) → (다)이다.

⑤ (다)는 전자가 원자핵에 붙잡혀 원자가 만들어진 시기이므로 빅뱅 후 약 38만 년이 지나 우주의 온도가 약 3000 K으로 낮아진 때이다.

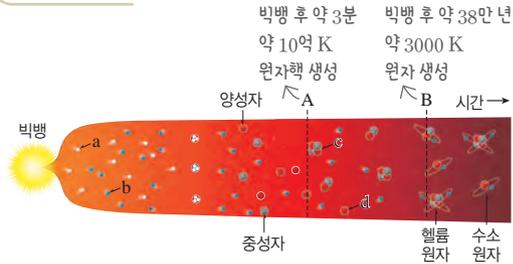
**바로알기** ① 빅뱅 이후 시간이 지남에 따라 우주의 온도는 낮아졌으므로 (가)일 때의 우주 온도가 가장 높았다.

② (나)는 원자가 생성되기 전이므로 빅뱅 후 38만 년 이전이고, (다)는 원자가 생성된 때이므로 빅뱅 후 약 38만 년일 때이다. 따라서 (나)는 (다)보다 먼저이다.

③ 전자는 기본 입자로, 쿼크가 생성된 시기에 생성되었으므로 (가) 이전에 생성되었다.

④ (나) 시기에 빛은 전자와 원자핵에 의해 진행이 방해받아 직진하지 못하였으므로 우주는 불투명한 상태였다.

## 12 꼼꼼 문제 분석



- a: 3개가 결합하여 양성자 또는 중성자가 된다. → 쿼크
- b: B 시기에 원자핵과 결합하여 원자가 된다. → 전자
- c: 양성자 2개와 중성자 2개가 결합하였다. → 헬륨 원자핵
- d: 양성자 1개 → 수소 원자핵

①, ② a와 b는 더 이상 쪼개지지 않는 기본 입자로, a는 양성자와 중성자를 구성하므로 쿼크이고, b는 원자핵과 결합하여 원자를 구성하므로 전자이다.

③ c(헬륨 원자핵)는 양성자 2개와 중성자 2개로 구성되므로 양전하를 띠고, d(수소 원자핵)는 양성자 1개로 구성되므로 양전하를 띤다.

④ 빅뱅 이후 우주는 계속 팽창하였으므로 우주의 온도는 A보다 B 시기에 낮아졌다.

**바로알기** ⑤ B 시기 직전에 우주에 분포하는 수소 원자핵과 헬륨 원자핵의 질량비가 약 3 : 1이므로 c(헬륨 원자핵)와 d(수소 원자핵)의 질량비는 약 1 : 3이었다.

**13** ① 가모프는 우주의 온도가 약 3000 K일 때 원자가 생성되면서 우주 전역으로 퍼져 나간 빛이 현재는 수 K으로 온도가 낮아진 상태로 발견될 것이라고 우주 배경 복사의 존재를 예측하였다.

② 펜지어스와 윌슨이 지상의 전파 망원경으로 우주 배경 복사를 처음 관측하였다.

③ 빅뱅 우주론에서 예측했던 우주 배경 복사가 실제로 관측되어 우주 배경 복사는 빅뱅 우주론을 지지하는 증거가 되었다.

④ 원자가 생성되기 전, 원자핵은 양전하를 띠고 전자는 음전하를 띠어 빛의 진로를 방해하였다. 원자핵과 전자가 결합하여 중성인 원자가 형성되면서 빛은 우주 공간으로 퍼져 나갔다.

**바로알기** ⑤ 관측된 우주 배경 복사의 파장과 세기가 약 3 K인 물체가 방출하는 것과 같으므로 이를 통해 현재 우주의 온도가 약 3 K임을 알게 되었다.

**14** ㄱ. 인공위성으로 우주 배경 복사를 관측하여 현재 우주 전체가 대체로 약 3 K의 균일한 온도 분포를 보인다는 것을 알아내었다.

ㄴ. 우주 배경 복사의 분포는 대체로 균일하지만 미세하게 불균일하다. 따라서 우주의 온도 분포에는 미세한 차이가 있다.

**바로알기** ㄷ. 우주 배경 복사는 우주의 모든 방향에서 거의 같은 세기로 관측된다.

**15** ① 빛은 파장에 따라 굴절률이 다르므로 분광기를 통과하면 파장에 따라 나누어지는데, 이렇게 나타나는 색의 띠를 스펙트럼이라고 한다.

② 원소의 종류에 따라 스펙트럼에서 선의 위치가 다르기 때문에 스펙트럼을 분석하여 원소의 종류를 구별할 수 있다.

④ 특정한 원소의 기체 방전관을 분광기로 관측하면 검은색 바탕에 밝은 색의 띠(방출선)가 나타난다.

⑤ 스펙트럼을 관측하여 별의 구성 원소와 질량비를 알 수 있으므로 별과 은하를 관측한 스펙트럼으로부터 우주에 존재하는 원소의 분포를 알 수 있다.

**바로알기** ③ 원소의 종류에 따라 전자의 에너지 준위와 그 간격이 다르므로 스펙트럼에 나타나는 방출선이나 흡수선의 위치는 원소의 종류에 따라 다르다.

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

ㄱ. 백열전구를 관측하면 (가)와 같은 연속 스펙트럼이 나타난다.

ㄷ. 고온으로 가열된 기체에서는 특정 파장의 빛을 방출하여 스펙트럼에서 (다)와 같이 특정 파장에 방출선이 나타난다.

**바로알기** ㄴ. (나)에서는 흡수선이 나타나고, (다)에서는 방출선이 나타난다.

ㄹ. 원소마다 고유한 스펙트럼을 나타낸다. (나)와 (다)는 흡수선과 방출선이 나타나는 위치가 다르므로 관측한 원소가 다르다.

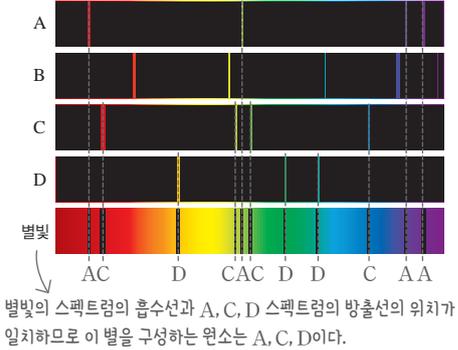
**17** ㄱ. (가)는 연속 스펙트럼에 흡수선이 나타나므로 흡수 스펙트럼이다.

ㄷ. (가)와 (나)는 흡수선과 방출선이 같은 위치에서 나타나므로 동일한 원소로 인해 나타나는 스펙트럼이다.

**바로알기** ㄴ. (나)는 방출 스펙트럼으로, 고온의 별 주위에서 온도가 높아진 기체에서 방출하는 빛을 관측할 때 나타난다.

### 18 **꼼꼼 문제 분석**

스펙트럼에서 동일한 원소의 방출선과 흡수선이 나타나는 위치는 같다.



19 ④ 빅뱅 이후 우주의 온도가 낮아짐에 따라 수소와 헬륨이 생성되었고, 빅뱅 우주론에서 질량비를 예측한 후 실제로 그 비율대로 관측되었으므로 빅뱅 우주론을 지지하는 증거이다.

**바로알기** ① 우주의 수소와 헬륨의 질량비는 약 3 : 1이다.

②, ⑤ 우주 전역의 수소와 헬륨은 대부분 빅뱅 우주 초기에 입자의 생성 과정에서 만들어졌으며, 별의 중심부에서 만들어진 헬륨의 양은 극히 적으므로 함량이 계속 증가하지 않는다.

③ 수소와 헬륨의 비는 스펙트럼 분석을 통해 알아냈다.

20 ㄱ. 시간이 지남에 따라 우주는 팽창한다. (가)는 헬륨 원자핵이 생성되기 전이고, (나)는 헬륨 원자핵이 생성된 이후이므로 우주의 크기는 (가)보다 (나)의 시기가 컸다.

ㄴ. (나)의 시기에는 양성자 2개와 중성자 2개가 결합하여 1개의 헬륨 원자핵을 만들었으므로 수소 원자핵 개수 : 헬륨 원자핵 개수는 12 : 1이었다.

ㄷ. 헬륨 원자핵 1개 질량은 수소 원자핵 1개 질량의 약 4배이다.

(나)의 시기에  $\frac{\text{수소 원자핵의 개수}}{\text{헬륨 원자핵의 개수}}$ 가  $\frac{12}{1}$ 이므로

$\frac{\text{수소 원자핵의 총 질량}}{\text{헬륨 원자핵의 총 질량}}$ 은 약  $\frac{12}{4} = 3$ 이었다.

21 3개의 쿼크가 결합하여 (가) 양성자와 중성자가 생성되었고, 양성자와 중성자가 결합하여 (나) 헬륨 원자핵이 생성되었다.

**모범 답안** (1) 양성자, 중성자

(2) 우주가 팽창하여 우주의 온도가 낮아지면서 양성자 2개와 중성자 2개가 결합하여 헬륨 원자핵이 생성되었다.

채점 기준	배점
(1) (가)의 입자를 모두 옳게 쓴 경우	40 %
(나)의 입자가 생성된 과정을 우주의 온도 변화, 구성 입자를 모두 포함하여 옳게 서술한 경우	60 %
(2) 우주의 온도 변화만 포함하여 옳게 서술한 경우	30 %
구성 입자만 포함하여 옳게 서술한 경우	

22 **모범 답안** 수소와 헬륨, 우주의 온도가 계속 낮아져 더 무거운 원자핵이 만들어지는 핵합성이 일어나지 못하였기 때문이다.

채점 기준	배점
수소와 헬륨을 쓰고, 더 무거운 원소가 생성되지 못한 까닭을 우주의 온도 변화로 옳게 서술한 경우	100 %
수소와 헬륨만 쓴 경우	40 %

23 • 가모프는 빅뱅 우주의 팽창에 따른 온도 변화를 계산하여 현재 수 K으로 온도가 낮아진 우주 배경 복사가 우주 전역을 채우고 있을 것으로 예측하였고, 실제로 수 K으로 관측되었다.

• 빅뱅 우주론에서 계산한 수소와 헬륨의 질량비는 약 3 : 1이었고, 스펙트럼 분석으로 실제 우주의 수소와 헬륨의 질량비가 약 3 : 1임이 밝혀졌다.

**모범 답안** 우주 배경 복사가 관측되었다. 우주에 분포하는 수소와 헬륨의 질량비가 약 3 : 1로 관측되었다.

채점 기준	배점
빅뱅 우주론의 관측적 증거 두 가지를 모두 옳게 서술한 경우	100 %
한 가지만 옳게 서술한 경우	50 %

24 **모범 답안** 방출 스펙트럼(선 스펙트럼), 가열된 고온의 성운이 특정한 파장의 빛을 방출하기 때문이다.

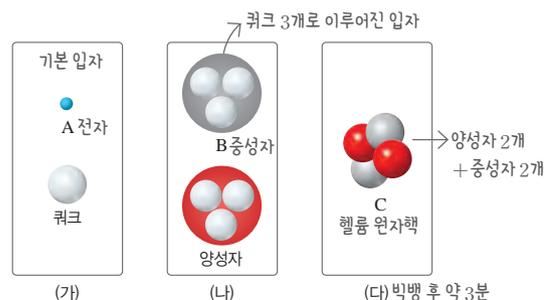
채점 기준	배점
스펙트럼의 종류를 쓰고, 성운이 고온이라는 것과 특정한 파장의 빛을 방출한다는 것을 포함하여 관측되는 까닭을 옳게 서술한 경우	100 %
스펙트럼의 종류를 쓰고, 특정한 파장의 빛을 방출하기 때문이라고만 서술한 경우	70 %
스펙트럼의 종류만 옳게 쓴 경우	40 %

## 실력 UP 문제

25쪽

01 ③ 02 ⑤ 03 ② 04 ③ 05 해설 참조

### 01 **꼼꼼 문제 분석**

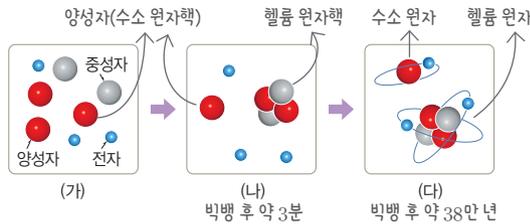


ㄱ. (가)는 쿼크와 전자(A)이므로 기본 입자이고, (나)는 쿼크가 결합하여 생성된 중성자(B)와 양성자이며, (다)는 중성자와 양성자가 결합하여 생성된 원자핵(C)이다. 빅뱅 후 시간이 지남에 따라 (가) → (나) → (다) 순서로 생성되었으므로 우주의 온도는 (가) → (나) → (다)로 갈수록 낮아졌다.

ㄴ. 우주의 온도가 낮아지면서 A(전자)가 C(원자핵) 주위에 붙잡혀 원자가 생성되었고, 이 시기에 수소 원자와 헬륨 원자가 생성되었다.

**바로알기** ㄴ. B는 중성자이므로 전하를 띠지 않고, 양성자는 양전하를 띤다. C는 중성자와 양성자가 결합하여 생성된 원자핵이므로 양전하를 띤다.

## 02 꼼꼼 문제 분석

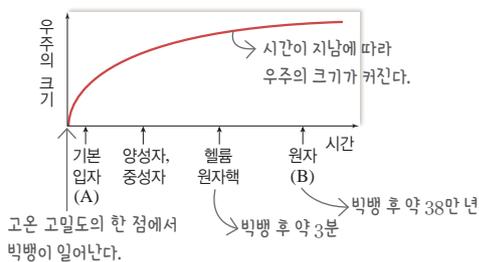


ㄱ. (가) → (나) → (다)로 갈수록 우주는 점차 팽창하였으므로 우주의 밀도는 감소하였다.

ㄴ. (가) → (나)의 변화는 헬륨 원자핵이 생성되는 과정이므로 빅뱅 후 약 3분이 되었을 때, 양성자와 중성자가 결합하여 일어났다.

ㄷ. (나) → (다)의 변화는 원자핵에 전자가 붙잡혀 원자가 생성되는 과정이므로 빅뱅 후 약 38만 년이 지났을 때 일어났으며, 이때 우주 온도는 약 3000 K이었다.

## 03 꼼꼼 문제 분석



ㄴ. B 시기에 수소 원자핵과 헬륨 원자핵은 각각 전자를 붙잡아 수소 원자와 헬륨 원자가 되었으며, 질량비는 약 3 : 1이었다.

**바로알기** ㄱ. A에서 B로 갈수록 무거운 물질이 생성되었으나, 우주 전체의 질량은 일정하였다.

ㄷ. B 시기에 전자가 원자핵과 결합하면서 빛이 자유롭게 퍼져 나갈 수 있게 되었다. 물질로부터 빠져나온 빛은 우주가 팽창하면서 우주의 온도가 낮아져 파장이 점차 길어졌다.

**04** ③ 전자가 높은 에너지 준위에서 낮은 에너지 준위로 이동하면 빛을 방출하여 (나)와 같이 스펙트럼에 방출선이 나타난다.

**바로알기** ① (가)에서는 흡수선, (나)에서는 방출선이 나타난다.

② 별빛이 지온의 성운을 통과하면 특정한 파장의 빛이 흡수되므로 (가)와 같은 흡수 스펙트럼이 나타난다.

④ (가)의 흡수선과 (나)의 방출선의 위치가 다르므로 (가) 전체에는 (나)의 원소가 포함되어 있지 않다.

⑤ 원소의 종류에 따라 스펙트럼에서 선의 위치가 달라진다.

**05** **모범 답안** 헬륨 원자핵 1개의 질량은 수소 원자핵 1개 질량의 약 4배이므로 수소 원자핵(양성자)과 헬륨 원자핵의 질량비가 3 : 1이면 개수비는 12 : 1이 된다. 그런데 헬륨 원자핵은 양성자 2개와 중성자 2개로 구성되므로 양성자와 중성자의 개수비는 14 : 2, 즉 7 : 1이 된다.

채점 기준	배점
수소 원자핵과 헬륨 원자핵의 질량비로부터 수소 원자핵과 헬륨 원자핵의 개수비를 추론하고, 그로부터 양성자와 중성자의 개수비를 추론하여 올바르게 서술한 경우	100 %
양성자와 중성자의 개수비만 쓴 경우	50 %

## 지구와 생명체를 구성하는 원소의 생성

### 개념 확인 문제

29쪽

- 중력 수축
- 핵융합
- 수소
- 핵융합 반응
- 탄소
- 철
- 초신성 폭발
- 원시 태양
- 마그마의 바다

- 1 · 지구: 철, 산소 · 사람: 산소, 탄소      2 (1) × (2) × (3) × (4) ○      3 (1) ○ (2) × (3) ×      4 (다) → (라) → (나) → (가)  
5 ㉠ 낮은, ㉡ 목성형      6 (가) → (다) → (나) → (라)

1 · 지구를 구성하는 주요 원소의 질량비: 철 > 산소 > 규소 > 마그네슘 → 철과 산소의 질량비가 높다.

· 사람을 구성하는 주요 원소의 질량비: 산소 > 탄소 > 수소 > 질소 → 산소와 탄소의 질량비가 높다.

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

- 2** (1) 별은 성간 물질이 밀집되어 만들어진 성운 내부의 밀도가 큰 영역에서 탄생한다. 성운 내부에서 여러 개의 원시별이 생성되고, 원시별이 중력에 의해 수축하면서 온도가 상승하여 핵융합 반응이 일어나는 별이 된다.
- (2) 원시별에서는 중력 수축에 의해 에너지가 생성되며, 핵융합 반응은 일어나지 않는다.
- (3) 원시별 중심부의 온도가 1000만 K에 도달해야 수소 핵융합 반응이 일어나 주계열성이 된다.
- (4) 수소 핵융합 반응은 4개의 수소 원자핵이 융합하여 1개의 헬륨 원자핵이 되는 반응이므로 수소 핵융합 반응이 일어나면 수소의 양은 감소하고, 헬륨의 양은 증가한다.

- 3** (1) 무거운 원소일수록 핵융합 반응이 일어나는 온도가 높다. 질량이 큰 별일수록 중심부의 온도가 높아지므로 최종적으로 생성되는 원소가 무겁다.
- (2) 질량이 태양 정도인 별의 중심부에서 생성되는 가장 무거운 원소는 탄소, 산소이다. 철은 질량이 태양의 10배 이상인 별의 중심부에서 생성되는 가장 무거운 원소이다.
- (3) 철보다 무거운 원소는 초신성 폭발 과정에서 방출되는 높은 에너지에 의해 생성된다.

- 4** (다) 초신성 폭발의 충격으로 우리은하의 나선팔에 있는 거대한 성운의 밀도가 불균일해졌고, 밀도가 큰 부분이 수축하여 태양계 성운이 형성되었다.
- (라) 태양계 성운이 수축하면서 회전하여 중심부에서 원시 태양이 형성되었고, 주변부에서 납작한 원시 원반이 형성되었다.
- (나) 원시 원반에서 여러 개의 큰 고리가 형성되었고, 각각의 고리에서 기체와 티끌이 뭉쳐 미행성체들이 형성되었다.
- (가) 미행성체가 서로 충돌하여 원시 행성이 형성되면서 원시 태양계가 형성되었다.

- 5** 태양에서 먼 곳은 온도가 낮아서 녹는점이 낮은 얼음, 메테인 등 가벼운 물질들이 응축하여 미행성체를 형성하였고, 수소, 헬륨 등의 기체를 끌어당겨 거대한 목성형 행성이 되었다.

- 6** (가) 미행성체가 충돌하고 합쳐져 원시 지구가 형성되었다.
- (다) 원시 지구에 미행성체가 계속 충돌하여 발생한 열에 의해 지구 전체가 녹아 마그마의 바다가 형성되었다.
- (나) 마그마의 바다에서 상대적으로 가벼운 물질(규소, 산소 등)은 떠오르고 상대적으로 무거운 물질(철, 니켈 등)은 중심부로 가라앉아 맨틀과 핵을 형성하였다.
- (라) 미행성체의 충돌이 줄어들어 지구의 표면이 식으면서 원시 지각이 형성되었고, 대기 중의 수증기가 응결하여 내린 빗물이 원시 지각의 낮은 곳으로 모여 원시 바다가 형성되었다.

**01** ㄱ. 우주를 구성하는 전체 원소 중 수소가 약 74 %, 헬륨이 약 24 %를 차지한다.

**바로알기** ㄴ. 지구에는 철이 가장 많은 질량비를 차지하지만, 사람의 몸에는 산소가 가장 많은 질량비를 차지한다.

ㄷ. 지구와 사람을 구성하는 주요 원소는 빅뱅 우주 초기에 생성된 수소나 헬륨보다 무거운 원소들이며, 별이 진화하는 동안 별 내부의 핵융합 반응이나 초신성 폭발 과정에서 생성되었다.

**02** (가) 지구의 주요 원소의 질량비: 철>산소>규소

(나) 사람의 주요 원소의 질량비: 산소>탄소>수소

ㄱ. (가)는 규소가 세 가지 주요 원소에 포함되므로 지구이고, (나)는 산소와 탄소가 주요 원소인 사람이다.

ㄴ. 지구에 가장 풍부한 A는 철이다. 사람의 몸은 탄소 화합물인 유기물로 이루어져 있으므로 B는 탄소이고, C는 수소이다.

ㄷ. 빅뱅 우주 초기의 물질 생성 과정에서 수소와 헬륨이 만들어졌다. (가)와 (나)에서 C(수소)를 제외한 나머지 무거운 원소들(철, 산소, 규소, 탄소)은 별의 내부에서 생성되었다.

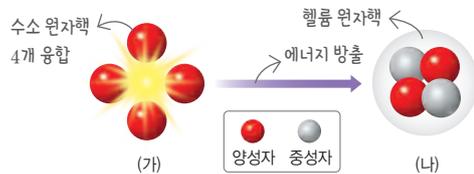
**03** ① 우주의 주요 구성 원소인 수소와 헬륨 등의 기체가 모여 가스 구름이 형성되고, 가스 구름이 수축하여 성운이 만들어진다.

② 성운 내부의 밀도가 큰 영역에서 물질이 뭉쳐 원시별이 된다.

③, ④ 원시별 단계에서는 내부 압력이 중력보다 작아서 원시별은 점차 수축하면서 중력 수축 에너지가 발생하여 뜨거워진다.

**바로알기** ⑤ 원시별이 중력 수축하면서 온도가 상승하여 1000만 K 이상이 되면 중심부에서 수소 핵융합 반응이 시작되어 별(주계열성)이 된다.

**04** **꿈꿈 문제 분석**



- 가벼운 원소(수소)가 융합하여 무거운 원소(헬륨)를 합성한다.
- 질량의 합: (가)>(나) ⇒ 질량 차이만큼 에너지가 발생한다.

ㄱ. (가)는 수소 원자핵 4개가 융합하는 수소 핵융합 반응이다.  
 ㄴ. 주계열성은 별의 진화 과정에서 처음 핵융합 반응이 일어나므로 가장 가벼운 원소인 수소의 핵융합 반응이 일어난다.

**바로알기** ㄴ. (가) → (나)는 에너지를 방출하는 과정이다. 질량은 에너지로 변환될 수 있는데, (가)의 질량이 (나)의 질량보다 조금 크며, 반응이 일어나면 감소한 질량만큼 에너지가 발생한다.

**05** ④ 주계열성은 내부 압력(A)과 중력(B)이 평형을 이루어 크기가 일정하게 유지되는 별이다.

**바로알기** ① A는 내부 압력, B는 중력이다.

② A는 핵융합 반응으로 발생한 에너지에 의해 별을 팽창시키는 힘이다.

③ B는 별의 질량에 의해 중심 쪽으로 작용하는 힘이다.

⑤ 중심부의 핵융합 반응이 멈추면 A가 B보다 작아지므로 별이 중력에 의해 수축하기 시작한다.

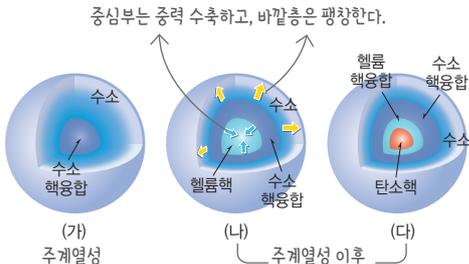
**06** ① 주계열성은 내부 압력과 중력이 평형을 이루어 안정하므로 별의 크기가 일정하게 유지된다.

②, ③ 주계열성은 중심부에서 수소 핵융합 반응이 일어나는 별이므로 중심부의 온도는 1000만 K 이상이다.

④ 별은 일생 중 가장 긴 시간을 수소 핵융합 반응으로 에너지를 생성하는 주계열성으로 보낸다.

**바로알기** ⑤ 별의 질량이 클수록 핵융합 반응이 활발하게 일어나 수소를 빠르게 소모하므로 주계열성의 수명이 짧다.

**07** **품공 문제 분석**



(가)는 주계열성이고, (나)는 주계열성 이후 별이 팽창하는 과정이며, (다)는 헬륨 핵융합 반응이 일어나 탄소핵이 생성된 단계이다.

ㄱ. (가)의 중심부에서는 수소 핵융합 반응이 일어나 헬륨을 생성하므로 수소의 양은 점차 감소하고, 헬륨의 양은 점차 증가한다.

ㄴ. (가) 주계열성에서 별의 크기는 일정하다. (나)에서 헬륨핵 주변에서 수소 핵융합 반응이 일어나 내부 압력이 증가하면서 별의 바깥층이 팽창하므로 별의 크기는 (가)보다 (나)에서 크다.

**바로알기** ㄴ. 질량이 태양 정도인 별은 철을 만드는 핵융합 반응이 일어날 만큼 온도가 높아지지 않으며, 탄소핵이 생성되면 더 이상 핵융합 반응이 일어나지 않는다.

**08** **품공 문제 분석**

핵융합 반응	반응 원소 → 생성 원소	반응 온도
(가) 수소 핵융합	H → He	1000만 K
(나) 규소 핵융합	Si → Fe	30억 K
(다) 헬륨 핵융합	He → C, O	1억 K~2억 K
(라) 산소 핵융합	O → S, Si	20억 K

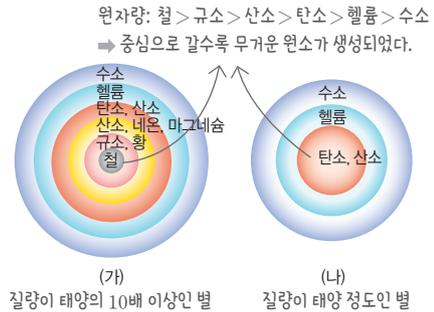
→ 무거운 원소일수록 높은 온도에서 핵융합 반응이 일어난다.  
 원자량: (가) < (다) < (라) < (나)

ㄱ. (가) < (다) < (라) < (나)의 순으로 핵융합 반응이 일어나기 위한 중심부 온도가 높으므로 가장 먼저 일어나는 반응은 (가)이다.

**바로알기** ㄴ. 철은 원자핵이 매우 안정하기 때문에 별의 중심부에서 핵융합 반응으로 만들어지는 가장 무거운 원소이다. 철보다 무거운 원소는 초신성 폭발 과정에서 발생하는 높은 에너지에 의해 생성된다.

ㄴ. (가)는 주계열성의 중심에서 일어나는 수소 핵융합 반응이고, (나), (다), (라)는 주계열성 이후일 때(거성 단계) 별의 중심에서 일어나는 핵융합 반응이다.

**09** **품공 문제 분석**



ㄱ, ㄴ. 별의 질량이 클수록 중심부의 온도가 높아져 무거운 원소가 생성된다. 철은 탄소보다 무거운 원소이므로 별 중심부의 최대 온도는 (가)가 (나)보다 높고, 별의 질량은 (가)가 (나)보다 크다.

**바로알기** ㄴ. 질량이 태양 정도인 별은 중심부에서 핵융합 반응으로 탄소, 산소까지만 생성되므로 태양이 진화하면 (나)와 같은 구조가 될 것이다.

**10** ㄱ. 초신성 폭발 과정에서 방출된 막대한 에너지에 의해 철보다 무거운 금, 납, 우라늄 등이 생성되므로 초신성 잔해에는 이러한 원소들이 포함되어 있다.

ㄴ. 별은 질량에 따라 진화하는 과정이 달라지는데, 질량이 태양의 10배 이상인 별은 주계열성 이후에 팽창하여 크기가 커지고, 그 후에는 초신성 폭발이 일어난다.

**바로알기** ㄴ. 초신성 폭발이 일어나는 별은 질량이 태양의 10배 이상이므로 별의 중심부에서는 점차 무거운 원소의 핵융합이 일어나 최종적으로는 철까지 생성된다.

11 ④ 탄소 - 주계열성 이후 단계인 별의 중심부에서 헬륨 핵융합 반응으로 생성된다.

**바로알기** ① 철 - 질량이 태양의 10배 이상인 별 내부에서 핵융합 반응으로 생성되는 가장 무거운 원소이다.

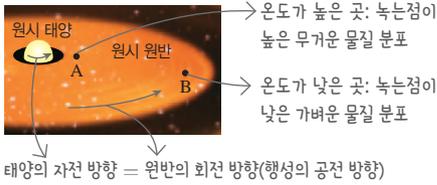
- ② 수소 - 빅뱅 우주 초기에 생성된다.
- ③ 헬륨 - 빅뱅 우주 초기의 핵합성으로 생성되지만, 별 내부에서 일어나는 수소 핵융합 반응으로도 생성된다.
- ⑤ 구리 - 철보다 무거운 원소이므로 질량이 태양의 10배 이상인 별이 폭발하여 초신성이 될 때 생성된다.

12 ① 우리은하의 나선팔에 있던 거대한 성운이 초신성 폭발로 밀도가 불균일해지면서 태양계 성운이 형성되었다.

- ② 태양계 성운이 중력에 의해 수축하여 현재의 태양계가 되었으므로 태양계 성운의 크기는 현재 태양계보다 매우 컸다.
- ③ 태양계 성운이 수축하여 크기가 작아졌으므로 회전 속도가 점차 빨라졌다.
- ⑤ 원시 원반에서 미행성체들이 충돌하고 병합하여 원시 행성이 형성되었다.

**바로알기** ④ 태양계 성운이 중력에 의해 수축하면서 에너지가 방출하여 중심부의 온도가 점차 높아져 원시 태양이 형성되었다.

13 **공공 문제 분석**

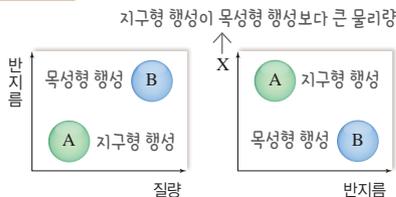


ㄱ. 성운이 중력에 의해 수축함에 따라 성운 중심부의 온도와 밀도가 높아져 원시 태양이 형성되었다.

**바로알기** ㄴ. 성운이 회전하면서 납작한 원반 모양이 되었고, 원반 내에서 뭉쳐진 미행성체들이 회전하면서 합쳐져 원시 행성이 되었다. 따라서 태양계 행성들의 공전 방향이 모두 같다.

ㄷ. 원반 내에서는 원시 태양에서 멀어질수록 온도가 낮아졌다. 따라서 원시 태양에 가까운 A에서 녹는점이 낮은 가벼운 물질은 증발하여 B 쪽으로 밀려났고, 철, 니켈, 규소 등의 녹는점이 높은 물질은 A에 남았다.

14 **공공 문제 분석**



② X는 A가 B보다 큰 물리량이다. A(지구형 행성)는 암석질의 행성이므로 평균 밀도가 크고, B(목성형 행성)는 기체형 행성이므로 평균 밀도가 작다. 따라서 평균 밀도는 X에 해당한다.

**바로알기** ① 지구형 행성은 목성형 행성보다 질량과 반지름이 작고, A는 B보다 질량과 반지름이 작으므로, A는 지구형 행성, B는 목성형 행성이다.

- ③ A(지구형 행성)는 모두 고리가 없고, B(목성형 행성)는 모두 고리가 있다.
- ④ A(지구형 행성)는 위성이 없거나 1개~2개이지만, B(목성형 행성)는 위성 수가 매우 많다.
- ⑤ A(지구형 행성)는 표면이 단단한 암석으로 이루어져 있지만, B(목성형 행성)는 표면이 기체이다.

15 ㄱ. 지구는 철, 니켈, 규소 등의 무거운 물질이 응축되어 만들어진 미행성체가 충돌하여 형성되었으므로 (가)의 미행성체에는 철과 규소가 포함되어 있었다.

ㄴ. (가) → (나)에서 미행성체가 충돌하면서 미행성체의 질량이 더해지므로 지구의 질량은 계속 증가하였다.

**바로알기** ㄷ. 원시 바다는 원시 지각에 내린 빗물이 낮은 곳으로 모여 형성되었으므로 (다) 이후에 형성되었다.

ㄹ. 맨틀과 핵은 마그마의 바다에서 가벼운 물질은 떠오르고 무거운 물질은 가라앉아 형성되었으므로 (나) 이후에 형성되었다.

16 **모범 답안** (가) 별의 내부 압력과 중력이 평형을 이루기 때문에 주계열성의 크기가 일정하게 유지된다.

(나) 주계열성 중심부의 바깥층에서 수소 핵융합 반응이 일어나 내부 압력이 커지기 때문에 별이 팽창하여 크기가 커진다.

채점 기준	배점
(가)와 (나)를 모두 옳게 서술한 경우	100 %
(가)만 옳게 서술한 경우	50 %

17 이 별의 중심부에서 생성된 가장 무거운 원소는 철이다.

**모범 답안** 이 별은 질량이 태양의 10배 이상이며, 초신성 폭발이 일어나 원소가 우주로 방출된다.

채점 기준	배점
별의 질량을 태양과 옳게 비교하고, 원소의 방출을 옳게 서술한 경우	100 %
별의 질량만 태양과 옳게 비교한 경우	50 %

18 **모범 답안** 철, 철의 원자핵은 매우 안정하기 때문이다.

채점 기준	배점
철을 쓰고, 철이 별 내부에서 핵융합 반응으로 생성되는 가장 무거운 원소인 까닭을 옳게 서술한 경우	100 %
철만 쓴 경우	50 %

19 태양계 성운의 원반 내에서 형성된 수많은 미행성체들은 서로 충돌하고 합쳐져 원시 지구로 성장하였고, 이 과정에서 미행성체의 충돌열에 의해 마그마의 바다가 형성되었다. 철, 니켈 등의 밀도가 큰 물질은 가라앉아 핵이 되었고, 규소 등의 밀도가 작은 물질은 위로 떠올라 맨틀이 되었다.

**모범 답안** 미행성체의 충돌열이 발생하면서 지구 전체가 녹아 마그마의 바다가 형성되었기 때문이다.

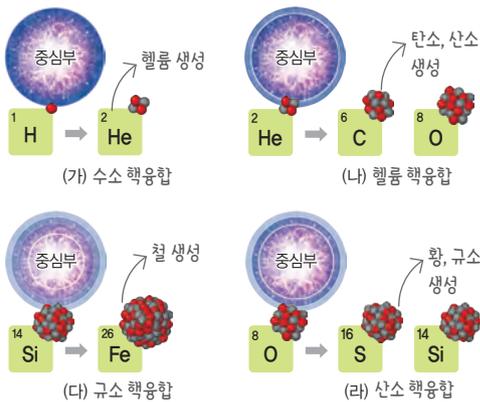
채점 기준	배점
마그마의 바다가 형성된 것을 서술하고, 그 원인을 미행성체의 충돌열로 서술한 경우	100 %
마그마의 바다만 서술한 경우	70 %

## 실력 UP 문제

33쪽

01 ② 02 ③ 03 ④ 04 ⑤

### 01 꼼꼼 문제 분석



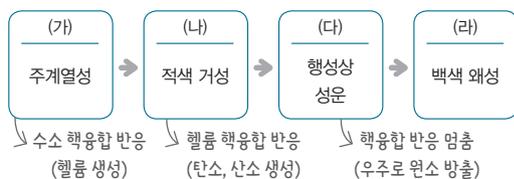
(가)는 주계열성, (나), (다), (라)는 주계열성 이후에 일어나는 반응이다.

다. 철은 황, 규소보다 무거운 원소이고, 온도가 높을수록 무거운 원소가 생성되므로 별 중심부의 온도는 (다)가 (라)보다 높았다.

**바로알기** ㄱ. 질량이 태양의 10배 이상인 별에서 일어난다. 질량이 태양과 비슷한 별 내부에서는 (가) → (나)까지만 일어난다.

ㄴ. 가벼운 원소가 먼저 생성되고 점차 무거운 원소가 생성되므로 (가) → (나) → (라) → (다) 순으로 원소가 생성되었다.

### 02 꼼꼼 문제 분석



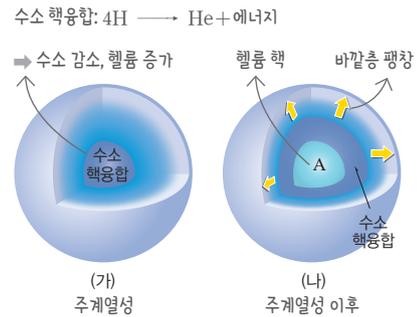
ㄴ. (나) 적색 거성의 중심부에서는 헬륨 핵융합 반응이 일어나 탄소, 산소가 생성된다.

ㄷ. (다)에서 별의 바깥층이 우주 공간으로 점차 퍼져 나가 행성상 성운이 되므로 별 내부에서 생성된 원소가 이 과정에서 우주 공간으로 방출된다.

**바로알기** ㄱ. (가) 주계열성은 내부 압력과 중력이 평형을 이루어 별의 크기가 일정하다.

ㄴ. (라) 백색 왜성의 중심부에서는 핵융합 반응이 일어나지 않는다.

### 03 꼼꼼 문제 분석



(가)는 중심핵에서 수소 핵융합 반응이 일어나므로 주계열성이고, (나)는 중심핵의 바깥층에서 수소 핵융합 반응이 일어나므로 주계열성 이후의 단계이다.

ㄴ. (나)는 중심핵에서 수소 핵융합 반응이 끝나고, 중심핵 바깥층에서 수소 핵융합 반응이 일어나 별이 팽창하는 단계이므로 (가)보다 별의 크기가 커진다. 따라서 별의 크기는 (가)가 (나)보다 작다.

ㄷ. (나)에서 A(중심핵)는 헬륨으로 이루어져 있으며, 헬륨 핵융합 반응이 시작되면 탄소와 산소가 생성된다.

**바로알기** ㄱ. (가)의 중심핵에서는 수소 핵융합 반응으로 헬륨이 생성되고 있다. (나)의 중심핵(A)은 수소가 고갈되었고, 헬륨으로 이루어져 있다. 따라서 중심핵의 헬륨 함량은 (가)가 (나)보다 작다.

04 ㄱ. 우리은하의 나선팔에 있던 거대한 성운이 초신성 폭발에 의한 충격으로 불안정해지면서 여러 개의 작은 성운으로 분열되었으며, 그 중의 하나가 태양계 성운이 되었다.

ㄴ. 태양계 성운이 수축하여 원시 원반이 형성되고, 고리와 미행성체가 형성되었으므로 (가) → (나)에서 중력 수축에 의해 성운 중심부의 온도는 상승하였다.

ㄷ. 태양계 성운이 회전하는 과정에서 원시 태양과 납작한 원시 원반이 형성되었고, 원시 원반에서 미행성체가 형성되었으므로 (나)의 미행성체가 공전하는 방향은 원시 태양이 자전하는 방향과 같았다.

# 3 원소들의 주기성

## 개념 확인 문제

37쪽

- ① 원소    ② 원자 번호    ③ 금속    ④ 비금속    ⑤ 알칼리 금속  
⑥ 수소    ⑦ 할로젠

- 1 (1) ○ (2) × (3) ○ (4) ×    2 (1) ㉠ 주기, ㉡ 족 (2) 원자 번호  
(3) 세로줄 (4) ㉠ 금속, ㉡ 비금속    3 금속 원소: (나), (다), (마),  
비금속 원소: (가), (라), (바)    4 A: 알칼리 금속, B: 할로젠  
5 (1) × (2) × (3) ○ (4) ○    6 (1) × (2) ○ (3) × (4) ○

- 1 (1) 원소는 모든 물질을 이루는 기본 성분이다.  
(2) 원소들이 모여 다양한 물질을 생성하므로 물질의 종류가 원소의 종류보다 훨씬 많다. 즉, 원소의 종류는 물질의 종류에 비해 적다.  
(3) 멘델레예프는 그 당시까지 발견된 63종의 원소들을 원자량 순서로 배열하여 주기율표를 만들었다.  
(4) 모즐리는 원소들의 주기적 성질이 원자 번호에 의한 것임을 발견하였다. 성질이 비슷한 세 쌍의 원소들이 존재하는 것을 알아낸 과학자는 되베라이너이다.

- 2 현대의 주기율표는 원소를 원자 번호 순서로 나열하되, 화학적 성질이 비슷한 원소들이 같은 세로줄에 오도록 배열한다. 가로줄은 주기, 세로줄은 족이라고 하며 7개의 주기와 18개의 족으로 이루어져 있다. 주기율표의 왼쪽과 가운데에는 대부분 금속 원소가 있고, 오른쪽에는 대부분 비금속 원소가 있다.

- 3 구리(Cu), 나트륨(Na), 칼슘(Ca)은 주기율표의 왼쪽과 가운데에 있는 금속 원소이고, 헬륨(He)과 브로민(Br)은 주기율표의 오른쪽에 있는 비금속 원소이다. 수소(H)는 비금속 원소이지만 주기율표의 왼쪽에 있다.

- 4 A 영역은 주기율표의 1족 원소 중 수소를 제외한 금속 원소이므로 알칼리 금속이다. B 영역은 주기율표의 17족 원소이므로 할로젠이다.

- 5 (1) 알칼리 금속은 공기 중의 산소, 물과 잘 반응하므로 공기나 물과의 접촉을 차단하기 위해 석유, 벤젠 등에 넣어 보관한다.  
(2) 알칼리 금속은 다른 금속에 비해 밀도가 작다.  
(3) 알칼리 금속은 물과 반응하여 수소 기체를 발생시키고, 이때 생성된 수용액은 염기성을 띤다.  
(4) 알칼리 금속은 칼로 자를 수 있을 정도로 무르다.

- 6 (1) 할로젠은 비금속 원소로 전기가 잘 통하지 않는다.  
(2), (3) 실온에서 플루오린(F<sub>2</sub>)은 옅은 노란색 기체, 염소(Cl<sub>2</sub>)는 노란색 기체, 브로민(Br<sub>2</sub>)은 적갈색 액체, 아이오딘(I<sub>2</sub>)은 보라색 고체 상태로 존재한다.  
(4) 할로젠은 반응성이 커서 나트륨(Na), 칼륨(K)과 같은 금속과 반응하여 화합물을 생성한다.

## 개념 확인 문제

40쪽

- ① 전자    ② 양성자    ③ 원자 번호    ④ 2    ⑤ 8    ⑥ 8    ⑦ 원자가 전자  
⑧ 원자가 전자    ⑨ 전자 껍질    ⑩ 0    ⑪ 원자가 전자

- 1 (1) ○ (2) × (3) ○    2 ㉠ 에너지 준위, ㉡ 전자 껍질    3 (1) ○  
(2) × (3) ×    4 (1) 2 (2) 4 (3) 6 (4) ㉠ 2, ㉡ 14    5 ㉠

- 1 (1) 원자는 양전하를 띠는 원자핵과 음전하를 띠는 전자로 구성된다.  
(2) 원자는 전기적으로 중성이므로 한 원자를 구성하는 양성자수와 전자 수가 같다.  
(3) 원자의 종류에 따라 양성자수가 다르고, 이에 따라 전자 수도 또한 다르다.

- 3 (1) 전자는 에너지 준위가 낮은 전자 껍질, 즉 원자핵에서 가까운 전자 껍질부터 차례대로 채워진다.  
(2), (3) 같은 주기 원소들은 전자가 들어 있는 전자 껍질 수가 같고, 같은 족 원소들은 가장 바깥 전자 껍질에 들어 있는 전자, 즉 원자가 전자 수가 같다.

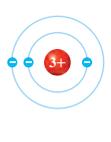
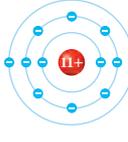
- 4 (1), (2) 가장 바깥 전자 껍질인 두 번째 전자 껍질에 전자가 4개 들어 있다. 따라서 전자가 들어 있는 전자 껍질 수는 2이고, 원자가 전자 수는 4이다.  
(3) 원자에서 양성자수와 전자 수가 같으므로 주어진 원자의 양성자수는 전자 수와 같은 6이다. 따라서 원자 번호는 6이다.  
(4) 전자가 들어 있는 전자 껍질 수는 주기 번호와 같고, 원자가 전자 수는 족 번호의 일의 자리 수와 같다. 따라서 2주기 14족 원소이다.

- 5 ㉠ A의 전자 수는 8이고, B의 전자 수는 16이다.  
㉡ A와 B의 전자 수가 다르므로 양성자수도 다르다.  
㉢ A에서 전자가 들어 있는 전자 껍질 수는 2이고, B에서 전자가 들어 있는 전자 껍질 수는 3이다.  
㉣ A와 B 모두 가장 바깥 전자 껍질에 전자가 6개 들어 있으므로 원자가 전자 수가 6으로 같다.

**완다샘**  
**비법 특강**  
Q1 해설 참조  
Q2 해설 참조

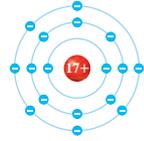
**Q1** 알칼리 금속은 주기율표의 1족 원소이므로 원자가 전자 수가 모두 1이다.

모범 답안

원소	리튬(Li)	나트륨(Na)	칼륨(K)
원자 번호	3	11	19
양성자수	3	11	19
전자 수	3	11	19
전자 배치			
전자가 들어 있는 전자 껍질 수	2	3	4
원자가 전자 수	1	1	1

**Q2** 할로젠은 주기율표의 17족 원소이므로 원자가 전자 수가 모두 7이다.

모범 답안

원소	플루오린(F)	염소(Cl)
원자 번호	9	17
양성자수	9	17
전자 수	9	17
전자 배치		
전자가 들어 있는 전자 껍질 수	2	3
원자가 전자 수	7	7

**내신** **안정** **문제**

42~44쪽

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

**01** ① 라부아지에는 더 이상 분해되지 않는 물질들을 원소로 정의하고, 33종의 원소를 성질에 따라 네 가지로 분류하였다.

② 되베라이너는 성질이 비슷한 세 쌍 원소들의 원자량 사이에는 일정한 관계가 있다는 것을 발견하고 세 쌍 원소설을 제안하였다.

③ 멘델레예프는 당시까지 발견된 63종의 원소들을 원자량 순서대로 배열하면 성질이 비슷한 원소가 주기적으로 나타나는 것을 발견하여 주기율표의 기틀을 마련하였다.

④ 모즐리는 원소의 주기적 성질이 원자를 이루는 양성자수, 즉 원자 번호에 의해 나타나는 것을 발견하여 멘델레예프가 만든 주기율표에서 몇몇 원소들의 성질이 주기성에서 벗어나는 문제점을 해결하였다.

**바로알기** ⑤ 주기율의 발견과 관련된 과학자들을 시대 순으로 나열하면 되베라이너-멘델레예프-모즐리이다.

**02** 가, 다. 현대의 주기율표는 원소들을 원자 번호 순서대로 나열하되, 주기가 바뀔 때마다 화학적 성질이 비슷한 원소가 나타나도록 배열한 표이다.

**바로알기** 나. 같은 족에 속한 원소들은 원자가 전자 수가 같으므로 화학적 성질이 비슷하다.

**03** (가), (다): 현대의 주기율표에서 같은 족에 속하는 원소들은 화학적 성질이 비슷하다.

**바로알기** (나): 현대의 주기율표에서 같은 주기에 속하는 원소들은 전자가 들어 있는 전자 껍질 수가 같고, 원자가 전자 수가 서로 다르므로 화학적 성질이 다르다.

**04** ②, ⑤ 주기율표에서 금속 원소는 대부분 왼쪽이나 가운데에 있고, 비금속 원소는 대부분 오른쪽에 있다.

③ 금속 원소는 대부분 전기 전도성이 크고, 비금속 원소는 대부분 전기 전도성이 작다.

④ 수은을 제외한 금속 원소는 실온에서 고체 상태로 존재한다. 수은은 실온에서 액체 상태로 존재한다.

**바로알기** ① 비금속 원소는 광택이 있는 것이 거의 없으며, 특유의 광택이 있는 것은 금속 원소이다.

**05** (가)는 주기율표의 왼쪽과 가운데에 있으므로 금속 원소이고, (다)는 주로 주기율표의 오른쪽에 있으므로 비금속 원소이다. (나)는 (가)와 (다) 사이에 있으므로 준금속 원소이다.

가. 나트륨(Na)은 알칼리 금속으로 (가)에 속한다.

나. 준금속 원소인 (나)는 금속 원소와 비금속 원소의 성질을 모두 띠거나 중간 성질을 띤다.

**바로알기** 다. 비금속 원소인 (다)는 대부분 열 전도성과 전기 전도성이 작다.

**06** (가)의 리튬(Li), 나트륨(Na), 칼륨(K)은 주기율표의 1족에 속하는 알칼리 금속이고, (나)의 염소(Cl), 브로민(Br), I(아이오딘)은 주기율표의 17족에 속하는 할로젠이다.

- ㄱ. 알칼리 금속은 실온에서 고체 상태로 존재한다.
- ㄴ. 할로젠은 실온에서 원자 2개가 결합한 분자의 형태로 존재한다.

**바로알기** ㄷ. 알칼리 금속과 할로젠은 반응성이 매우 커서 다른 원소와 잘 반응한다.

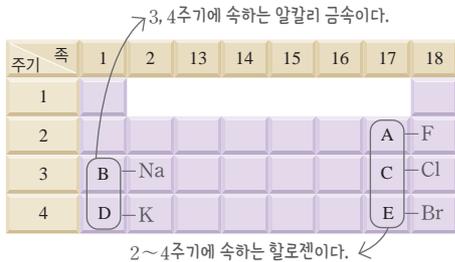
**07** ㄱ, ㄴ. 알칼리 금속은 물과 반응하여 수소 기체를 발생시키고, 그 수용액은 염기성을 띤다. 이 반응을 화학 반응식으로 나타내면 다음과 같다.



반응 후 수용액의 액성은 염기성이므로 페놀프탈레인 용액을 떨어뜨리면 수용액의 색이 붉은색으로 변한다.

**바로알기** ㄷ. 리튬(Li) 대신 금속 A와 B를 사용하여 과정 (가)~(다)를 반복할 때 실험 결과가 리튬과 같으므로 A와 B는 리튬과 화학적 성질이 비슷하다. 즉, A와 B는 리튬과 같은 족에 속한다.

**08** **꼼꼼 문제 분석**



- ① A는 플루오린(F)으로 수소(H)와 반응하여 할로젠화 수소인 플루오린화 수소(HF)를 생성한다.
- ② B는 나트륨(Na)이고, C는 염소(Cl)이다. 나트륨과 염소는 격렬하게 반응하여 염화 나트륨(NaCl)을 생성한다.
- ③ B와 D는 알칼리 금속으로 공기 중에 두면 모두 산소와 반응하여 산화물을 생성한다.
- ⑤ 할로젠인 A, C, E는 비금속 원소이고, 알칼리 금속인 B, D는 금속 원소이다.

**바로알기** ④ D와 E는 같은 주기 원소이다. 같은 주기 원소들은 원자가 전자 수가 서로 다르므로 화학적 성질이 다르다.

**09** ㄴ. 원자는 양전하를 띠는 양성자와 음전하를 띠는 전자의 수가 같아 전기적으로 중성이다.

**바로알기** ㄱ. 원자핵은 양성자와 중성자로 이루어져 있으며, 전자는 원자핵 주위를 돌고 있다.

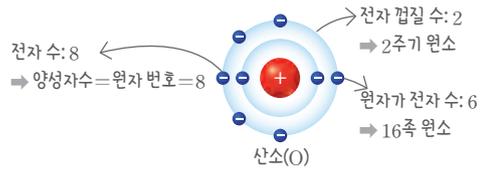
ㄷ. 양성자는 양전하를 띠며, 중성자는 전하를 띠지 않는다.

**10** ①, ② 같은 족 원소들은 원자가 전자 수가 같고, 같은 주기 원소들은 전자가 들어 있는 전자 껍질 수가 같다.

- ④ 원자에서 전자는 특정한 에너지 준위의 궤도인 전자 껍질에 존재한다.
- ⑤ 원자핵에서 가장 가까운 전자 껍질인 첫 번째 전자 껍질에는 전자가 최대 2개 채워진다.

**바로알기** ③ 원자핵에서 가까운 전자 껍질일수록 에너지 준위가 낮다.

**11** **꼼꼼 문제 분석**



- ① 이 원자는 전자가 들어 있는 전자 껍질 수가 2이므로 2주기 원소이다.
- ② 이 원자는 가장 바깥 전자 껍질에 들어 있는 전자인 원자가 전자 수가 6이므로 16족 원소이다.
- ③ 원자는 전기적으로 중성이므로 한 원자에서 전자 수와 양성자 수가 같다. 이 원자의 전자 수는 8이므로 양성자수도 8이다. 원자의 양성자수는 원자 번호에 해당하므로 이 원자의 원자 번호는 8이다.
- ⑤ 이 원자는 2주기 16족 원소인 산소(O)로 주기율표에서 오른쪽에 있는 비금속 원소이다.

**바로알기** ④ 이 원자의 전자 수는 8이고, 원자가 전자 수는 6이다.

**12** **꼼꼼 문제 분석**

원자의 전자 배치		
원자(원소 기호)	A(Na)	B(Cl)
전자 껍질 수	3 → 3주기 원소	3 → 3주기 원소
전자 수	11 → 양성자수: 11	17 → 양성자수: 17
원자가 전자 수	1 → 1족 원소	7 → 17족 원소

ㄱ. 원자는 양전하를 띠는 양성자, 전하를 띠지 않는 중성자, 음전하를 띠는 전자로 이루어져 있다. 원자는 양성자수와 전자 수가 같아 전기적으로 중성이므로 원자 A와 B의 전하량은 0이다.

ㄴ. A와 B는 전자가 들어 있는 전자 껍질 수가 3으로 같으므로 모두 3주기 원소이다.

**바로알기** ㄷ. 실온에서 원자 2개가 결합한 이원자 분자로 존재하는 것은 비금속 원소인 B만 해당한다.

**[13~14] 품공 문제 분석**

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

**13** 전자가 들어 있는 전자 껍질 수가 2이므로 2주기 원소이고, 비금속 원소이므로 14~18족 원소이다. 따라서 이 원소는 주기율표의 C에 해당한다.

**14** ② B와 C는 같은 주기 원소로 전자가 들어 있는 전자 껍질 수가 2로 같다.

**바로알기** ① A는 18족 원소이므로 원자가 전자 수가 0이다.

③ C는 2주기 15족 원소이므로 첫 번째 전자 껍질에는 전자가 2개 들어 있고, 두 번째 전자 껍질에는 전자가 5개 들어 있다. 따라서 C의 전자 수는 7이다.

④ 원자가 전자 수는 A가 0, B와 E가 2, C가 5, D가 1, F가 6이다. 따라서 원자가 전자 수가 가장 많은 것은 F이다.

⑤ E는 주기율표에서 왼쪽에 있으므로 금속 원소이고, F는 주기율표에서 오른쪽에 있으므로 비금속 원소이다.

**15 품공 문제 분석**

원자의 전자 배치				
원자(원소 기호)	A(H)	B(Li)	C(F)	D(Na)
전자 껍질 수	1	2	2	3
원자가 전자 수	1	1	7	1

ㄴ. A~D의 원자가 전자 수는 각각 1, 1, 7, 1이다. 따라서 원자가 전자 수가 가장 많은 것은 C이다.

**바로알기** ㄱ. A(H), B(Li), D(Na)는 원자가 전자 수가 모두 1이지만, A는 비금속 원소이고 B와 D는 금속 원소이므로 화학적 성질이 다르다.

ㄷ. B와 C의 원자가 전자는 모두 두 번째 전자 껍질에 들어 있다.

**16** **모범 답안** 알칼리 금속은 반응성이 매우 커서 공기 중의 산소, 물과 잘 반응하므로 공기나 물과의 접촉을 차단하기 위해서이다.

채점 기준	배점
산소, 물과의 반응성으로 옳게 서술한 경우	100 %
산소와 물 중 한 가지와의 반응성으로만 옳게 서술한 경우	50 %

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

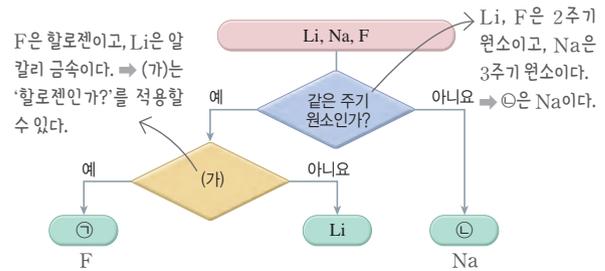
채점 기준	배점
원자가 전자 수를 언급하여 옳게 서술한 경우	100 %
원자가 전자 수를 언급하지 못한 경우	0 %

**실력 UP 문제**

45쪽

01 ⑤    02 ㄱ, ㄷ    03 ②    04 ①    05 ④

**01 품공 문제 분석**

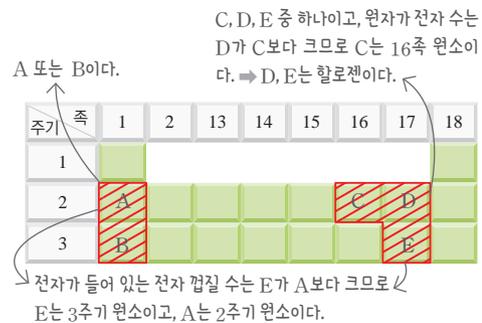


ㄱ. ⊖은 리튬(Li)과 같은 주기 원소인 플루오린(F)이므로 (가)에 '할로젠인가?'를 적용할 수 있다.

ㄴ. 플루오린은 실온에서 엷은 노란색 기체로 존재한다.

ㄷ. ⊕은 알칼리 금속인 나트륨(Na)이므로 물과 반응하여 수소 기체를 발생시킨다.

**02 품공 문제 분석**



ㄱ. E는 3주기 17족 원소이므로 할로젠이다.

ㄷ. B는 1족 원소이고, D는 17족 원소이므로 원자가 전자 수는 D가 B보다 크다.

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

### 03 품공 문제 분석

전기 전도성이 있는 A는 금속 원소이다. → 알칼리 금속이므로 원자가 전자 수는 1이다. 전기 전도성이 없는 C는 비금속 원소이다. → 할로젠이므로 원자가 전자 수는 7이다.

원소	A	B	C	D
원자가 전자 수	$x=1$	1	$y=7$	7
전기 전도성	있음	① 있음	없음	② 없음

원자가 전자 수가 1인 B는 알칼리 금속이므로 전기 전도성이 있다. 원자가 전자 수가 7인 D는 할로젠이므로 전기 전도성이 없다.

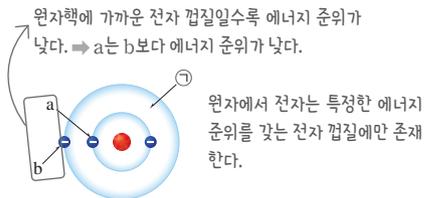
② A와 B는 모두 알칼리 금속이므로 같은 족 원소이다.

**바로알기** ① 원자가 전자 수가 A는 1이고, C는 7이므로  $\frac{y}{x}$ 는 7이다.

③ C와 D는 모두 할로젠이므로 같은 주기 원소가 될 수 없다.

④, ⑤ B는 알칼리 금속이고, D는 할로젠이므로 ①에는 '있음', ②에는 '없음'이 적절하다.

### 04 품공 문제 분석



ㄱ. 원자는 전기적으로 중성이므로 전자 수와 양성자수가 같다. A는 전자 수가 3이므로 양성자수도 3이다. 원자에서 원자 번호는 양성자수와 같으므로 A의 원자 번호는 3이다.

**바로알기** ㄴ. 원자핵에서 가까운 전자 껍질일수록 에너지 준위가 낮으므로 첫 번째 전자 껍질에 있는 a가 두 번째 전자 껍질에 있는 b보다 에너지 준위가 낮다.

ㄷ. 전자는 특정한 에너지 준위를 갖는 전자 껍질에만 존재하므로 a가 에너지를 흡수해도 전자 껍질 사이의 공간인 ① 영역에는 존재할 수 없다.

**05** 2주기 원소들의 원자 번호는 3~10 중 하나이고, 3주기 원소들의 원자 번호는 11~18 중 하나이다. 전자 수는 A가 B의 2배이므로 A는 3주기 원소, B는 2주기 원소임을 알 수 있다. 원자에서 전자 수는 양성자수와 같고, 양성자수는 원자 번호와 같으므로 전자 수가 A가 B의 2배인 (A, B)의 원자 번호 조합은 (12, 6), (14, 7), (16, 8), (18, 9) 중 하나이다. 또한 원자가 전자 수는 B가 A의 2배이므로 가능한 (A, B)의 원자 번호 조합은 (12, 6)뿐이다. 원자 번호가 12인 A의 전자 수는 12, 원자 번호가 6인 B의 전자 수는 6이므로 A와 B의 전자 수의 합은  $12+6=18$ 이다.

## 4 원소들의 화학 결합과 다양한 물질

### 개념 확인 문제

49쪽

- ① 비활성 기체 ② 8 ③ 비활성 기체 ④ 이온 ⑤ 인력  
⑥ 공유 ⑦ 전자쌍

- 1 (1) × (2) ○ (3) ○ 2 ㄱ, ㄴ 3 (가) 2 (나) 1 4 (1) 공유 (2) 이온 (3) 공동 5 (가) 공유 결합 (나) 이온 결합 6 (다), (라)

1 (1) 비활성 기체 이외의 원소들은 화학 결합을 형성하여 안정해지려고 한다. 그러나 비활성 기체는 안정한 전자 배치를 이루고 있으므로 화학 결합을 형성하지 않는다.

(2) 원소들은 화학 결합을 형성하여 비활성 기체와 같은 안정한 전자 배치를 이룬다.

(3) 원소들이 화학 결합을 형성할 때 비활성 기체와 같은 전자 배치를 이루기 위해 원자들 사이에 전자를 주고받거나 공유한다.

2 ㄱ, ㄴ. 비활성 기체는 안정한 전자 배치를 이루므로 다른 원소와 화학 결합을 하거나 반응하지 않아 화학적으로 안정하다. 따라서 비활성 기체는 실온에서 원자 상태로 존재한다.

ㄷ. 네온이나 아르곤 같은 비활성 기체들은 가장 바깥 전자 껍질에 전자가 8개 채워져 있지만, 헬륨은 가장 바깥 전자 껍질에 전자가 2개 채워져 있다.

3 (가) 산소(O)는 가장 바깥 전자 껍질에 전자가 6개 들어 있다. 따라서 같은 주기의 비활성 기체인 네온(Ne)과 같이 안정한 전자 배치를 이루려면 전자 2개를 얻어야 한다.

(나) 나트륨(Na)은 가장 바깥 전자 껍질에 전자가 1개 들어 있다. 따라서 앞 주기의 비활성 기체인 네온(Ne)과 같이 안정한 전자 배치를 이루려면 전자 1개를 잃어야 한다.

4 (1) 공유 결합은 비금속 원소의 원자들이 전자쌍을 공유하여 형성되는 화학 결합이다.

(2) 이온 결합이 형성될 때 금속 원소의 원자는 전자를 잃고 양이온이 되고, 비금속 원소의 원자는 전자를 얻어 음이온이 된 후 이 이온들 사이에 정전기적 인력이 작용하여 결합한다.

(3) 이온 결합이 형성될 때 금속 원소의 원자는 전자를 잃고 비활성 기체와 같은 전자 배치를 이루고, 비금속 원소의 원자는 전자를 얻어 비활성 기체와 같은 전자 배치를 이룬다. 또한 공유 결합이 형성될 때 결합하는 비금속 원소의 원자들은 서로 전자를 내놓아 전자쌍을 만들고, 이 전자쌍을 공유한다. 즉, 이온 결합과 공유 결합을 형성한 각 원소의 원자들은 비활성 기체와 같은 전자 배치를 이룬다.

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

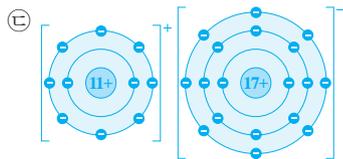
6 (가) 물(H, O)과 (나) 지방(C, H, O)은 비금속 원소로만 이루어진 물질이므로 공유 결합으로 만들어진 물질이고, (다) 산화철(Fe, O)과 (라) 염화 나트륨(Na, Cl)은 금속 원소와 비금속 원소로 이루어진 물질이므로 이온 결합으로 만들어진 물질이다.

50~51쪽

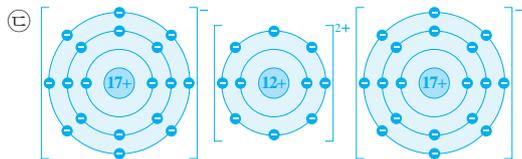
**완답  
비법 특강**

- Q1** ㉠ 1, ㉡ 1, ㉢ 해설 참조, ㉣ 1, ㉤ 1, ㉥ 1 : 1, ㉦ 이온  
**Q2** ㉠ 2, ㉡ 2, ㉢ 해설 참조, ㉣ 2, ㉤ 1, ㉥ 1 : 2, ㉦ 이온  
**Q3** ㉠ 5, ㉡ 3, ㉢ 해설 참조, ㉣ 3, ㉤ 3, ㉥ 3, ㉦ 공유  
**Q4** ㉠ 6, ㉡ 2, ㉢ 해설 참조, ㉣ 2, ㉤ 2, ㉥ 2, ㉦ 공유

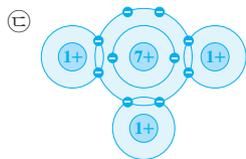
**Q1** 모범 답안



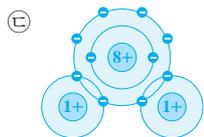
**Q2** 모범 답안



**Q3** 모범 답안



**Q4** 모범 답안



**개념 확인 문제**

55쪽

- 1 정전기적 인력 2 분자 3 양이온(음이온) 4 음이온(양이온) 5 고체 6 액체(수용액) 7 수용액(액체) 8 없다

- 1 (1) × (2) ○ (3) × 2 (1) ○ (2) ○ (3) × 3 (가) ㉠, ㉡, ㉢ (나) ㉣, ㉤, ㉥ 4 (1) ㉠ 공유, ㉡ 이온 (2) ㉠ 분자, ㉡ 이온 (3) ㉠ (나), ㉡ (가) 5 (1) ㉠ (2) ㉡ (3) ㉠

1 (1) 이온 결합 물질은 수많은 양이온과 음이온이 연속적으로 결합하여 결정을 이룬다.

(2) 이온 결합 물질은 대부분 물에 잘 녹으며, 물에 녹으면 양이온과 음이온으로 나누어진다.

(3) 이온 결합 물질은 고체 상태에서 이온들이 자유롭게 이동하지 못하므로 전류가 흐르지 않는다. 한편, 액체 상태와 수용액 상태에서는 이온들이 자유롭게 이동하여 전하를 운반하므로 전류가 잘 흐른다.

2 (1) 공유 결합 물질은 2개 이상의 비금속 원소의 원자들이 결합하여 분자 상태로 존재한다.

(2) 공유 결합 물질은 분자의 성질에 따라 설탕이나 포도당처럼 물에 녹는 것도 있고, 메테인이나 질소처럼 물에 녹지 않는 것도 있다.

(3) 공유 결합 물질은 대부분 고체, 액체, 수용액 상태에서 모두 전기적으로 중성인 분자 상태로 존재하므로 전류가 흐르지 않는다.

3 이온 결합 물질은 금속 원소의 양이온과 비금속 원소의 음이온이 결합하여 생성된 물질이고, 공유 결합 물질은 비금속 원소의 원자들이 결합하여 생성된 물질이다. 따라서 염화 칼슘(CaCl<sub>2</sub>), 탄산 칼슘(CaCO<sub>3</sub>), 수산화 나트륨(NaOH)은 이온 결합 물질이고, 물(H<sub>2</sub>O), 에탄올(C<sub>2</sub>H<sub>6</sub>O), 산소(O<sub>2</sub>)는 공유 결합 물질이다.

4 (1), (2) (가)는 전기적으로 중성인 분자로 이루어져 있으므로 공유 결합 물질이고, (나)는 수많은 양이온과 음이온으로 이루어져 있으므로 이온 결합 물질이다.

(3) 액체 상태에서 (가)는 전기적으로 중성인 분자 상태로 존재하므로 전류가 흐르지 않지만, (나)는 양이온과 음이온으로 나누어져 전하를 띠므로 전류가 흐른다.

5 (1) 물(H<sub>2</sub>O)은 공유 결합 물질로, 사람 몸의 약 70 %를 구성하며, 사람뿐만 아니라 다른 생명체도 구성한다.

(2) 질소(N<sub>2</sub>)는 공유 결합 물질로, 대기의 약 78 %를 구성한다.

(3) 규산염 광물은 규산 이온(SiO<sub>4</sub><sup>4-</sup>)이 비금속 원소나 금속 양이온과 결합한 물질로, 지각을 구성한다.

- 01 ②    02 ③    03 ③    04 ⑤    05 ④    06  
 (다)>(나)>(가)    07 ②    08 ③    09 ②    10 ⑤    11 ④  
 12 ①    13 해설 참조    14 해설 참조

**01** 광고용 기구의 충전 기체인 A는 헬륨(He), 광고판 충전 기체인 B는 네온(Ne), 형광등의 충전 기체인 C는 아르곤(Ar)이다.

- ① A, B, C는 모두 비활성 기체로 주기율표의 오른쪽에 위치하여 비금속 원소로 분류된다.  
 ③, ④ 비활성 기체는 주기율표의 18족에 속하며, 화학적으로 안정하여 반응성이 거의 없다.  
 ⑤ 비활성 기체는 가장 바깥 전자 껍질에 채워질 수 있는 전자를 최대로 채워 안정한 전자 배치를 이룬다.

**바로알기** ② 비활성 기체는 안정한 전자 배치를 가지므로 원자 1개가 안정한 분자로 존재한다.

**02** **꼼꼼 문제 분석**

주기	족	1	2	13	14	15	16	17	18
1									He-A
2		B-Li							Ne-C
3			D-Mg						E-Cl

- ㄱ. A와 C는 주기율표의 18족 원소이므로 비활성 기체이다.  
 ㄴ. B는 주기율표의 1족 원소이므로 가장 안정한 이온이 되면 전자 1개를 잃고 앞 주기의 비활성 기체인 A와 같은 전자 배치를 이룬다.

**바로알기** ㄷ. D가 가장 안정한 이온이 되면 2주기 18족 원소인 C와 같은 전자 배치를 이루고, E가 가장 안정한 이온이 되면 3주기 18족 원소인 아르곤(Ar)과 같은 전자 배치를 이룬다.

**03** **꼼꼼 문제 분석**

전자 껍질 수는 주기 번호와 같고, 원자가 전자 수는 족의 밑의 자리 수와 같다.

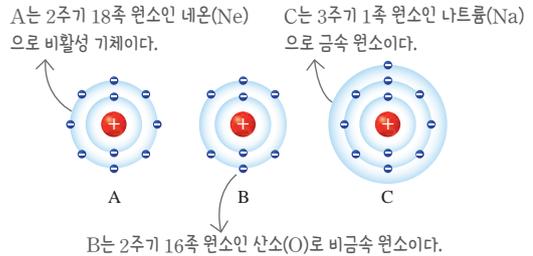
원자	A Li	B F	C Ar	D Mg
전자 껍질 수	2	2	3	3
원자가 전자 수	1	7	0	2

원자가 전자 수가 0인 원소는 비활성 기체이다.

- ㄱ. A는 2주기 1족 금속 원소로 전자 1개를 잃어 양이온이 되기 쉽고, B는 2주기 17족 비금속 원소로 전자 1개를 얻어 음이온이 되기 쉽다.  
 ㄴ. C는 비활성 기체로 안정한 전자 배치를 가지고 있어 화합물을 거의 형성하지 않고, 원자 상태로 존재한다.

**바로알기** ㄷ. B가 비활성 기체의 전자 배치를 갖는 이온이 될 때 전자 1개를 얻어 같은 주기의 비활성 기체인 네온(Ne)과 같은 전자 배치를 이룬다. D가 비활성 기체의 전자 배치를 갖는 이온이 될 때 전자 2개를 잃고 앞 주기의 비활성 기체인 네온과 같은 전자 배치를 이룬다.

**04** **꼼꼼 문제 분석**

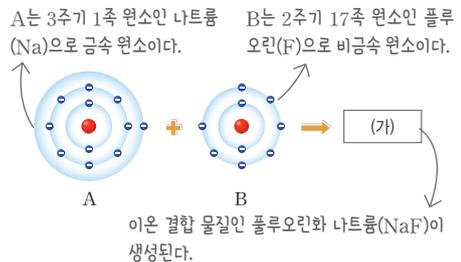


ㄱ. A는 가장 바깥 전자 껍질에 전자가 8개 들어 있는 비활성 기체로 안정한 전자 배치를 이루고 있어 다른 원자와 화학 결합을 형성하지 않는다.

ㄴ. B는 원자가 전자 수가 6인 비금속 원소이고, C는 원자가 전자 수가 1인 금속 원소이다. B와 C가 결합할 때 금속 원소의 원자인 C는 전자를 잃고 양이온이 되고, 비금속 원소의 원자인 B는 전자를 얻어 음이온이 된 후 결합한다.

ㄷ. C는 화학 결합을 할 때 전자 1개를 잃고 가장 바깥 전자 껍질에 전자가 8개 들어 있는 A와 같은 전자 배치를 이룬다.

**05** **꼼꼼 문제 분석**



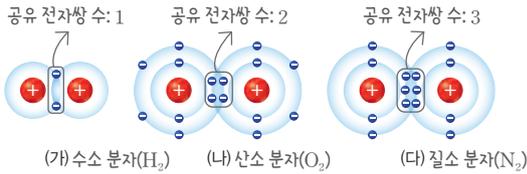
①, ② A는 금속 원소이고 B는 비금속 원소이므로 A와 B가 화학 결합을 할 때 A는 전자 1개를 잃고 A<sup>+</sup>이 되고, B는 전자 1개를 얻어 B<sup>-</sup>이 된다. 따라서 (가)에서 A는 양전하를 띠는 양이온으로 존재하고 B는 음전하를 띠는 음이온으로 존재한다.

③ A는 A<sup>+</sup>으로 존재하므로 앞 주기 비활성 기체인 네온(Ne)의 전자 배치를 갖는다.

⑤ A<sup>+</sup>과 B<sup>-</sup>이 1 : 1의 개수비로 결합하므로 (가)의 화학식은 AB이다.

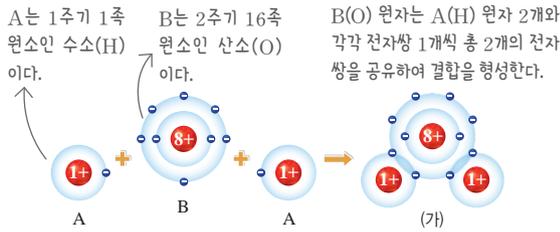
**바로알기** ④ B는 B<sup>-</sup>으로 존재하므로 같은 주기 비활성 기체인 네온(Ne)의 전자 배치를 갖는다.

**06** **꼼꼼 문제 분석**



분자에 들어 있는 공유 전자쌍 수는 (다) > (나) > (가)이다.

**07** **꼼꼼 문제 분석**



㉔. (가)에서 B는 가장 바깥 전자 껍질에 전자가 8개 배치되므로 비활성 기체인 네온(Ne)과 같은 전자 배치를 이룬다.

**바로알기** ㉓. A 원자와 B 원자는 전자쌍을 공유하면서 결합을 하여 (가)를 생성한다. 즉, A와 B는 공유 결합을 한다.

㉔. B 원자는 A 원자 2개와 각각 전자쌍 1개씩 총 2개의 전자쌍을 공유하여 결합한다. 즉, (가)에는 단일 결합이 2개 존재한다.

**08** ① 이온 결합 물질은 양이온과 음이온이 강한 정전기적 인력으로 결합하고 있어 녹는점과 끓는점이 비교적 높다.

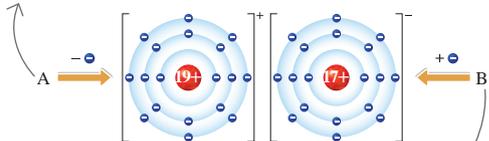
② 이온 결합 물질에 힘을 가하면 이온층이 밀려 같은 전하를 띤 이온들이 인접하여 반발력이 작용하므로 쉽게 부스러진다.

④, ⑤ 비금속 원소의 원자들은 일반적으로 일정한 수의 원자가 전자쌍을 공유하여 화학 결합을 형성하므로 공유 결합으로 생성된 물질은 일반적으로 분자로 이루어져 있다. 설탕(C<sub>12</sub>H<sub>22</sub>O<sub>11</sub>), 에탄올(C<sub>2</sub>H<sub>6</sub>O), 아스피린(C<sub>9</sub>H<sub>8</sub>O<sub>4</sub>)은 모두 공유 결합 물질이다.

**바로알기** ③ 이온 결합 물질은 수많은 이온들이 결합하여 이루어져 있는데, 고체 상태에서는 이온들이 정전기적 인력으로 강하게 결합하고 있다.

**09** **꼼꼼 문제 분석**

A 원자가 전자 1개를 잃고 생성된 A 이온은 전자가 들어 있는 전자 껍질 수가 3이다.  
 → A는 4주기 1족 원소인 칼륨(K)이다.



B 원자가 전자 1개를 얻어 생성된 B 이온은 전자가 들어 있는 전자 껍질 수가 3이다.  
 → B는 3주기 17족 원소인 염소(Cl)이다.

㉔. B는 3주기 17족 원소인 염소(Cl)로 비금속 원소이다.

**바로알기** ㉓. A는 4주기 원소이고, B는 3주기 원소이므로 A와 B는 같은 주기 원소가 아니다.

㉔. AB(KCl)는 양이온과 음이온이 결합하여 생성된 이온 결합 물질이다. 이온 결합 물질은 고체 상태에서 이온들이 강하게 결합하고 있기 때문에 자유롭게 이동할 수 없으므로 전기 전도성이 없다.

**10** **꼼꼼 문제 분석**

X는 수용액에서 전기적으로 중성인 분자 상태로 녹아 있다.  
 → 공유 결합 물질인 설탕이다.

구분	X 수용액	Y 수용액
실험 장치		
실험 결과	불이 안 켜짐	불이 켜짐

Y는 수용액에서 전하를 띤 이온 상태로 녹아 있다.  
 → 이온 결합 물질인 염화 나트륨이다.

㉓. X는 수용액에서 분자 상태로 존재하므로 공유 결합 물질이다. 따라서 X의 구성 원소는 모두 비금속 원소이다.

㉔. Y 수용액은 전류가 흐르므로 Y 수용액에는 이온이 존재한다.

㉔. Y는 이온 결합 물질로 액체 상태에서 이온이 이동하여 전하를 운반할 수 있으므로 전기 전도성이 있다.

**11** **꼼꼼 문제 분석**

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

① B는 금속 원소이고, D는 비금속 원소이다. B와 D가 화학 결합을 할 때 B는 전자 1개를 잃고 A와 같은 전자 배치를 이룬다.

② C는 16족 원소로 원자가 전자 수가 6이다. C가 비활성 기체와 같은 전자 배치를 이루려면 전자가 2개 부족하므로 C 원자 2개는 각각 전자를 2개씩 내놓아 전자쌍 2개를 만들고, 이 전자쌍을 공유하여 결합을 형성한다. 즉, C<sub>2</sub>(O<sub>2</sub>)에서 공유 전자쌍 수는 2이다.

한편, D는 17족 원소로 원자가 전자 수가 7이다. D가 비활성 기체와 같은 전자 배치를 이루려면 전자가 1개 부족하므로 D 원자 2개는 각각 전자를 1개씩 내놓아 전자쌍 1개를 만들고, 이 전자쌍을 공유하여 결합을 형성한다. 즉, D<sub>2</sub>(F<sub>2</sub>)에서 공유 전자쌍 수는 1이다. 따라서 공유 전자쌍 수는 C<sub>2</sub>가 D<sub>2</sub>의 2배이다.

③ BF(LiCl)는 금속 원소인 B와 비금속 원소인 F로 이루어진 이온 결합 물질이므로 액체 상태에서 전기 전도성이 있다.

⑤ E는 1족에 속하는 금속 원소이고, F는 17족에 속하는 비금속 원소이다. E와 F가 결합할 때 E는 전자 1개를 잃고 +1의 양이온이 되고, F는 전자 1개를 얻어 -1의 음이온이 되어 전기적으로 중성이 되도록 결합한다. 즉, E의 양이온과 F의 음이온이 1 : 1의 개수비로 결합하여 화합물을 생성한다.

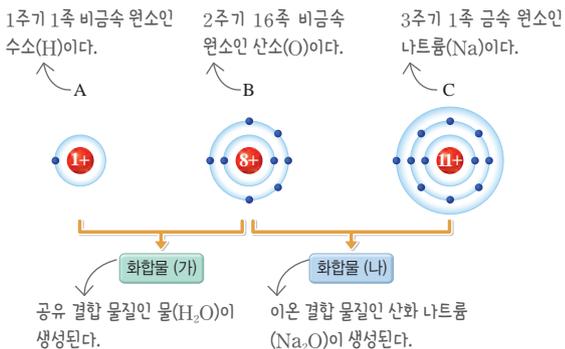
**바로알기** ④ E<sub>2</sub>C(Na<sub>2</sub>O)는 금속 원소인 E와 비금속 원소인 C로 이루어진 이온 결합 물질이다.

**12** ㄱ. 제습제(CaCl<sub>2</sub>)는 금속 원소의 양이온과 비금속 원소의 음이온이 정전기적 인력으로 결합한 이온 결합 물질이므로 수용액 상태에서 전기 전도성이 있다.

**바로알기** ㄴ. 소독용 알코올(C<sub>2</sub>H<sub>6</sub>O)의 구성 원소인 C, H, O는 모두 비금속 원소이다. 따라서 소독용 알코올은 비금속 원소의 원자들이 서로의 전자를 내놓아 전자쌍을 만들고, 이 전자쌍을 공유하여 생성된 공유 결합 물질이다.

ㄷ. 베이킹파우더(NaHCO<sub>3</sub>)는 이온 결합 물질이므로 물에 잘 녹아 빵이나 과자를 만들 때 사용된다.

**13** **공공 문제 분석**



**모범 답안** (1) (가)는 비금속 원소인 A와 B로 이루어진 물질로 B 원자가 A 원자 2개와 각각 전자쌍 1개씩 총 2개를 공유하여 생성된다.  
 (2) (나)는 비금속 원소인 B와 금속 원소인 C로 이루어진 물질로 C 원자가 전자 1개를 잃고 C<sup>+</sup>이 되고, B 원자가 전자 2개를 얻어 B<sup>2-</sup>이 된 다음, C<sup>+</sup>과 B<sup>2-</sup>이 2 : 1의 개수비로 결합하여 생성된다.  
 (3) (가)는 공유 결합으로 생성된 물질로 액체 상태에서 전기 전도성이 없고, (나)는 이온 결합으로 생성된 물질로 액체 상태에서 전기 전도성이 있다.

채점 기준	배점
(1) (가)의 생성 과정을 옳게 서술한 경우	25 %
(2) (나)의 생성 과정을 옳게 서술한 경우	25 %
(3) (가)와 (나)의 전기 전도성을 모두 옳게 서술한 경우	50 %
(가)와 (나) 중 한 가지의 전기 전도성만 옳게 서술한 경우	20 %

**14** **모범 답안** 환경 오염을 일으키지 않아야 한다. 생명체에 해롭지 않아야 한다. 시멘트와 차량, 철제 구조물을 부식시키지 않아야 한다. 제설 작업이 쉬워야 한다. 제설 효과가 좋아야 한다. 등

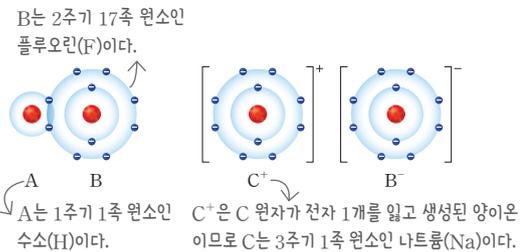
채점 기준	배점
물질의 조건을 두 가지 이상 서술한 경우	100 %
물질의 조건을 한 가지만 서술한 경우	40 %

**실력 UP 문제**

59쪽

01 ④ 02 ③ 03 ④ 04 ③

**01** **공공 문제 분석**



ㄴ. 화합물 AB에서 A 원자와 B 원자는 각각 전자 1개를 내놓아 전자쌍 1개를 만들고, 이 전자쌍을 공유하며 결합하고 있다. 즉, AB에서 공유 전자쌍 수는 1이다.

ㄷ. A는 비금속 원소이고, C는 금속 원소이므로 화합물 CA는 금속 원소의 양이온과 비금속 원소의 음이온이 정전기적 인력으로 결합한 이온 결합 물질이다.

**바로알기** ㄱ. B는 2주기 원소이고, C는 3주기 원소이다.

**02** **공공 문제 분석**

- A의 원자가 전자 수는 4이다.  
 → A는 14족 원소이다. ⇒ (다)
- B는 금속 원소이다.  
 → B는 1족 원소(수소 제외) 또는 2족 원소이다. ⇒ (나)
- C는 D보다 원자가 전자가 6개 더 많다.  
 → 남은 (가)와 (라) 중 C는 원자가 전자가 7개인 (라)이고, D는 원자가 전자가 1개인 (가)이다.

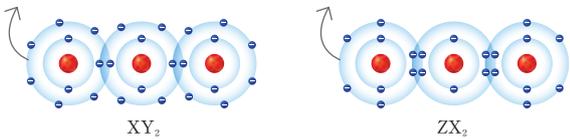
주기 \ 족	1	2	13	14	15	16	17	18
1	(가) - D(H)							
2	(나) - B(Li)		(다) - A(C)					
3							(라) - C(Cl)	

③ BC(LiCl)는 금속 원소인 리튬(Li)과 비금속 원소인 염소(Cl)로 이루어진 이온 결합 물질이므로 액체 상태에서 전기 전도성이 있다.

**바로알기** ① AC<sub>4</sub>(CCl<sub>4</sub>), ② AD<sub>4</sub>(CH<sub>4</sub>), ④ C<sub>2</sub>(Cl<sub>2</sub>), ⑤ D<sub>2</sub>(H<sub>2</sub>)는 비금속 원소들로 이루어진 공유 결합 물질이므로 액체 상태에서 전기 전도성이 없다.

**03 품공 문제 분석**

X와 Y 사이에 각각 전자쌍 1개를 공유하므로 X의 원자가 전자는 6개이고, Y의 원자가 전자는 1개이다. ⇒ X는 2주기 16족 원소(O)이고, Y는 2주기 17족 원소(F)이다.  
X와 Z 사이에 각각 전자쌍 2개를 공유하므로 Z의 원자가 전자는 4개이다. ⇒ Z는 2주기 14족 원소(C)이다.



ㄴ, ㄷ. ZX<sub>2</sub>(CO<sub>2</sub>)에서 X와 Z 사이에 공유한 전자쌍이 각각 2개이므로 ZX<sub>2</sub>에는 2중 결합이 존재하고, 총 4개의 전자쌍을 공유하고 있다. 또한 ZY<sub>4</sub>(CF<sub>4</sub>)에서 Y와 Z 사이에 공유한 전자쌍이 각각 1개이므로 총 4개의 전자쌍을 공유하고 있다.

**바로알기** ㄱ. X~Z는 모두 2주기 원소이고 각각 16족, 17족, 14족 원소이므로 원자가 전자 수는 Y>X>Z이다.

**04 품공 문제 분석**

원자	A	B	C
첫 번째 전자 껍질의 전자 수	$x=2$	2	2
두 번째 전자 껍질의 전자 수	6	$y=8$	$z=8$
세 번째 전자 껍질의 전자 수	0	2	7
원소의 종류	2주기 16족 원소 ⇒ O	3주기 2족 원소 ⇒ Mg	3주기 17족 원소 ⇒ Cl

ㄱ. A 원자는 두 번째 전자 껍질에 전자가 들어 있으므로 첫 번째 전자 껍질에는 전자가 최대로 들어 있다. 즉,  $x=2$ 이다. B 원자는 세 번째 전자 껍질에 전자가 들어 있으므로 두 번째 전자 껍질에는 전자가 최대로 들어 있다. 즉,  $y=8$ 이다. 마찬가지로 C 원자에서 두 번째 전자 껍질에 전자가 최대로 들어 있어야 하므로  $z=8$ 이다. 따라서  $\frac{y+z}{x} = \frac{8+8}{2} = 8$ 이다.

ㄴ. A는 2주기 16족 원소로 비금속 원소인 산소(O)이고, B는 3주기 2족 원소로 금속 원소인 마그네슘(Mg)이다. 따라서 금속 원소와 비금속 원소로 이루어진 BA(MgO)는 이온 결합 물질이므로 액체 상태에서 전기 전도성이 있다.

**바로알기** ㄷ. B는 금속 원소이고, C는 비금속 원소이며, 비활성 기체와 같이 가장 바깥 전자 껍질에 전자를 8개 채우기 위해서 B는 전자 2개가 많고, C는 전자 1개가 부족하다. 따라서 B와 C는 전자를 주고받아 각각 B<sup>2+</sup>과 C<sup>-</sup>을 생성한 후 1:2의 개수비로 결합하여 BC<sub>2</sub>(MgCl<sub>2</sub>)를 생성한다. 즉, B 원자와 C 원자 사이에는 전자쌍을 공유하는 것이 아니라 전자를 주고 받는다.

**중단원 핵심 정리**

60~61쪽

- ① 감소    ② 중성자    ③ 원자핵    ④ 우주 배경 복사    ⑤ 흡수 스펙트럼
- ⑥ 종류    ⑦ 빅뱅 우주론    ⑧ 철    ⑨ 중력 수축
- ⑩ 수소 핵융합    ⑪ 중력    ⑫ 철    ⑬ 초신성 폭발
- ⑭ 미행성체    ⑮ 마그마    ⑯ 원자 번호    ⑰ 금속    ⑱ 비금속
- ⑲ 1    ⑳ 17    ㉑ 2    ㉒ 8    ㉓ 원자가 전자    ㉔ 원자가 전자
- ㉕ 18    ㉖ 없다    ㉗ 있다    ㉘ 없다

**중단원 마무리 문제**

62~66쪽

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

**01** (가)는 허블, (나)는 가모프(빅뱅 우주론), (다)는 호일(정상 우주론), (라)는 펜지어스와 윌슨이다.

ㄷ. 우주 배경 복사는 빅뱅 우주론을 주장한 가모프에 의해 그 존재가 예측되었으며, 펜지어스와 윌슨에 의해 실제로 관측됨으로써 빅뱅 우주론의 증거가 되었다. 이 발견으로 빅뱅 우주론이 인정받을 수 있었다.

**바로알기** ㄱ. (가) 허블의 관측으로 우주가 팽창하고 있음을 알게 되었으며, 우주 팽창에 관한 두 가지 우주론이 (나)와 (다)에 의해 제시되었다. 따라서 (가)의 관측으로 (다)의 우주론이 부정된 것은 아니다.

ㄴ. (나)의 빅뱅 우주론에서는 빅뱅으로 생겨난 기본 입자로부터 새로운 입자가 생성되므로 빅뱅 이후 우주의 질량은 일정하게 유지되었다.

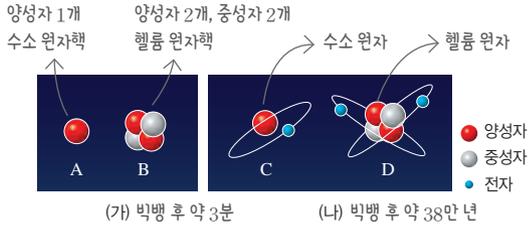
**02** 빅뱅 우주론에서는 우주가 팽창하면서 질량이 일정하고, 정상 우주론에서는 우주가 팽창하면서 질량이 증가한다.

**모범 답안** 빅뱅 우주론에서는 시간이 지날수록 우주의 밀도가 감소하지만, 정상 우주론에서는 시간이 지나도 우주의 밀도가 일정하다.

채점 기준	배점
시간에 따른 우주의 밀도 변화를 모두 옳게 비교하여 서술한 경우	100 %
한 가지 우주론의 밀도 변화만 옳게 서술한 경우	50 %

**03** 빅뱅 후 쿼크, 전자 등의 기본 입자가 가장 먼저 생성되었다. → 온도가 낮아지면서 쿼크 3개가 결합하여 양성자와 중성자가 생성되었다. → 빅뱅 후 약 3분이 되었을 때는 양성자와 중성자가 결합하여 헬륨 원자핵이 생성되었다. → 빅뱅 후 약 38만 년이 되었을 때 전자가 원자핵과 결합하여 헬륨 원자와 수소 원자가 생성되었다.

**04** **공공 문제 분석**

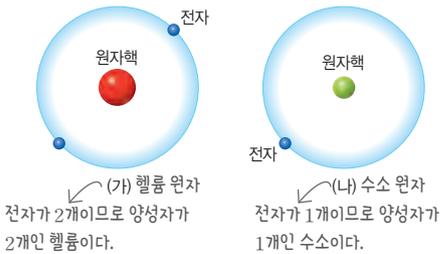


ㄱ. 양성자는 양전하를 띠고, 중성자는 전하를 띠지 않는다. A는 양성자 1개인 수소 원자핵이므로 양전하를 띠고, B는 양성자 2개와 중성자 2개가 결합한 헬륨 원자핵이므로 양전하를 띤다.

ㄴ. (가)는 원자핵과 전자가 분리된 시기이고, (나)는 우주의 온도가 낮아지면서 전자가 원자핵에 붙잡혀 원자가 생성된 시기로, 빅뱅 후 약 38만 년이 되었을 때 (가) → (나)의 변화가 일어났다.

**바로알기** ㄷ. 현재 우주를 이루는 수소 원자(C)와 헬륨 원자(D)의 질량비는 약 3 : 1이다.

**05** **공공 문제 분석**



ㄴ. 원자가 생성되기 전에 전하를 띠는 전자와 원자핵은 빛의 진행을 방해하였다. 원자핵과 전자가 결합하여 중성인 (가)와 (나) 원자가 생성되면서 빛은 방해받지 않고 직진할 수 있게 되었다.

ㄷ. 우주의 온도가 높을 때는 전자의 운동 에너지가 높아 원자핵에 붙잡히지 않았으나, 우주의 온도가 낮아지면서 전자가 원자핵에 붙잡혀 원자가 생성되었다.

**바로알기** ㄱ. 원자는 중성을 띠므로 양성자수와 전자 수가 같다. 따라서 (가)의 원자핵은 양성자가 2개인 헬륨 원자핵이고, (나)의 원자핵은 양성자가 1개인 수소 원자핵이다.

**06** ㄴ. 빅뱅 후 우주는 계속 팽창하였으므로 (가) 시기의 우주 배경 복사는 우주의 팽창에 의해 파장이 길어졌다.

ㄷ. 우주 배경 복사는 빅뱅 후 약 38만 년이 되었을 때 원자가 생성되면서 우주 공간으로 퍼져 나간 빛이다.

**바로알기** ㄱ. 우주 배경 복사는 우주 전역을 채우고 있을 것으로 예측되었고, 실제로 우주의 모든 방향에서 거의 같은 세기로 관측된다.

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

ㄱ. (가)는 고온의 물체에서 방출되는 빛의 스펙트럼이고, (나)는 가열된 기체가 방출하는 빛의 스펙트럼이며, (다)는 고온의 물체에서 방출되어 저온의 기체를 통과한 빛의 스펙트럼이다.

**바로알기** ㄴ. (나)는 특정한 파장의 빛이 방출되어 생기는 스펙트럼이다.

ㄷ. (나)와 (다)는 방출선과 흡수선의 위치(파장)가 같으므로 동일한 원소에 의해 나타나는 스펙트럼이다.

**08** ㄱ. A는 별이 수축하려는 힘인 중력이고, B는 별이 팽창하려는 힘인 내부 압력이다.

ㄴ. 중력과 내부 압력이 평형을 이루는 별은 주계열성이므로 중심부의 온도는 수소 핵융합 반응이 일어날 수 있는 1000만 K 이상이다.

**바로알기** ㄷ. 중력과 내부 압력이 평형을 이루므로 별의 크기가 일정하게 유지된다.

**09** ㄷ. 별의 중심부에서 철이 생성된 후 핵융합 반응이 멈추면, 중력 수축을 하다가 폭발하여 철보다 무거운 원소가 생성되고 생성된 원소들은 우주로 방출된다.

**바로알기** ㄱ. 철로 이루어진 핵이 형성되었으므로 질량이 태양의 10배 이상인 별의 내부 구조이다.

ㄴ. 중심부에서 철이 생성되면 더 이상 핵융합 반응이 일어나지 않는다. 철보다 무거운 원소는 초신성 폭발 때 생성된다.

**10** 초신성 폭발은 태양 질량의 10배 이상인 별의 진화 과정에서 나타나며, 이때 별 내부에서 생성된 원소를 비롯하여 초신성 폭발 과정에서 생성된 철보다 무거운 원소들이 우주로 방출된다.

**모범 답안** 초신성 잔해에는 철보다 무거운 원소가 분포한다. 초신성 폭발 과정에서 매우 큰 에너지가 발생하여 철보다 무거운 원소가 일시적으로 만들어지기 때문이다.

채점 기준	배점
철보다 무거운 원소가 분포한다는 것과 초신성 폭발 과정에서 철보다 무거운 원소가 생성된다는 것을 모두 옳게 서술한 경우	100 %
철보다 무거운 원소가 분포한다는 것만 서술한 경우	50 %

**11** ㄱ. (가)에서 태양계 성운이 회전하면서 물질이 회전축에 수직인 방향으로 퍼져 나가 원시 원반을 형성하였다.

ㄷ. 태양계 성운이 수축하면서 중심부의 온도와 밀도가 상승하여 원시 태양이 형성되었고, (가) → (나) → (다)에서 원시 태양은 중력 수축하여 온도가 상승하였다.

**바로알기** ㄴ. 원시 태양에 가까운 곳일수록 온도가 높았으므로 녹는점이 높은 물질들이 고체로 남아 미행성체를 형성하였다. 따라서 (나)에서 원시 태양에 가까운 미행성체일수록 구성 물질의 녹는점이 높았다.

**12** **모범 답안** 지구형 행성은 철, 규소, 니켈 등 무거운 물질로 이루어진 암석 성분의 행성이고, 목성형 행성은 메테인, 수소, 헬륨 등 가벼운 물질로 이루어진 기체 성분의 행성이다. 이러한 차이가 나는 까닭은 지구형 행성은 태양으로부터 가까운 곳에서 녹는점이 높은 무거운 물질들이 응축하여 형성되었고, 목성형 행성은 태양으로부터 먼 곳에서 녹는점이 낮은 가벼운 물질들이 응축하여 형성되었기 때문이다.

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

**13** (가)는 마그마의 바다가 형성된 단계이고, (나)는 원시 지각이 형성된 단계로, (가) → (나) 순으로 일어났다.

ㄱ. (가) 단계에서 마그마의 바다가 형성된 후 마그마의 바다에서 가벼운 물질과 무거운 물질의 분리가 일어나 맨틀과 핵이 형성되었다.

**바로알기** ㄴ. (나) 단계에서 형성된 원시 지각에 빗물이 모여 원시 바다가 형성되었다. 따라서 원시 바다는 (나) 단계 이후에 형성되었다.

ㄷ. (나) 단계에서 원시 지각이 형성된 후 수증기가 응결하여 내린 비가 원시 바다를 형성하였으므로 (나) 단계 이후에 대기 중의 수증기량은 크게 감소하였다.

**14** ㄱ. 주기율표의 가로줄은 주기라 하고, 1주기부터 7주기까지 있다. 주기율표의 세로줄은 족이라 하고, 1족부터 18족까지 있다.

ㄴ. 같은 주기에 속한 원소들은 전자가 들어 있는 전자 껍질 수가 같고, 전자가 들어 있는 전자 껍질 수는 주기 번호와 같다.

**바로알기** ㄷ. 같은 족에 속한 원소들은 원자가 전자 수가 같아 화학적 성질이 비슷하다. 하지만 1주기 1족 원소인 수소(H)는 비금속 원소이고, 수소를 제외한 나머지 1족 원소들은 모두 알칼리 금속이므로 1족 원소들이 모두 화학적 성질이 비슷한 것은 아니다.

**15** ④ 칼륨, 나트륨, 리튬은 모두 알칼리 금속으로, 알칼리 금속은 물과 반응하여 수소 기체를 발생시킨다.

**바로알기** ① 알칼리 금속과 물과의 반응을 통해 알칼리 금속의 반응성을 알아보는 실험이다.

② 물과의 반응으로 보아 알칼리 금속의 반응성은 칼륨 > 나트륨 > 리튬 순이다. 따라서 세 가지 금속 중 칼륨의 반응성이 가장 크다.

③ 알칼리 금속이 물과 반응하여 생성된 수용액은 염기성을 띤다. 따라서 페놀프탈레인 용액에 의해 수용액의 색이 무색에서 붉은색으로 변하므로 (가)와 (나)는 '무색 → 붉은색'이 적절하다.

⑤ 리튬은 알칼리 금속이므로 리튬이 물과 반응하여 생성된 수용액은 염기성을 띤다.

**16** **공공 문제 분석**

원자의 전자 배치		
원자(원소 기호)	A(F)	B(Na)
전자 껍질 수	2 ⇒ 2주기	3 ⇒ 3주기
원자가 전자 수	7 ⇒ 17족	1 ⇒ 1족

A는 2주기 17족 원소인 플루오린(F)으로 비금속 원소이고, B는 3주기 1족 원소인 나트륨(Na)으로 금속 원소이다.

ㄴ. B는 알칼리 금속이다. 알칼리 금속은 물과 반응하여 수소 기체를 발생시킨다.

**바로알기** ㄱ. A는 전자가 들어 있는 전자 껍질 수가 2이고, B는 전자가 들어 있는 전자 껍질 수가 3이다. 따라서 A는 2주기 원소이고, B는 3주기 원소이다.

ㄷ. A와 B가 결합할 때 비금속 원소의 원자인 A는 금속 원소의 원자인 B가 내놓은 전자를 얻어 음이온이 되고, B는 양이온이 된다.

**[17~18]** **공공 문제 분석**

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

D는 금속 원소이고, A, B, C, E는 모두 비금속 원소이다.

**17** 광택이 있으며, 열 전도성과 전기 전도성이 큰 것은 금속 원소이다. 금속 원소는 주기율표에서 왼쪽과 가운데에 있지만 1주기 1족 원소인 수소는 비금속 원소이다. 따라서 주어진 자료의 특성이 있는 원소는 D 한 가지이다.

나머지 A~C, E는 모두 광택이 없으며, 열 전도성과 전기 전도성이 작은 비금속 원소이다.

**18** ㄷ. 전자가 들어 있는 전자 껍질 수는 주기 번호와 같다. D와 E는 같은 3주기 원소이므로 전자가 들어 있는 전자 껍질 수가 3으로 같다.

**바로알기** ㄱ. 원자가 전자 수는 족의 일의 자리 수와 같으므로 A가 1, B가 4, C가 7, D가 2, E가 5이다. 따라서 원자가 전자 수는 A가 가장 작고, C가 가장 크다.

ㄴ. 같은 족에 속한 원소들은 원자가 전자 수가 같아 화학적 성질이 비슷하다. B와 C는 같은 족 원소가 아니므로 화학적 성질이 다르다.

## 19 품공 문제 분석

- 전자가 들어 있는 전자 껍질 수는 3이다.  
→ 3주기 원소이다.
- 가장 바깥 전자 껍질에 들어 있는 전자 수는 7이다.  
→ 원자가 전자 수가 7이므로 17족 원소이다.

ㄱ. X는 3주기 17족 원소인 염소(Cl)이다. X는 비금속 원소이고, 수소(H) 또한 비금속 원소이므로 X와 H는 전자쌍을 공유하여 결합한다. 따라서 HX(HCl)는 공유 결합 물질이다.

ㄴ. X가 비활성 기체의 전자 배치와 같이 가장 바깥 전자 껍질에 전자를 8개 채우기 위해서는 전자 1개가 부족하므로  $X_2(Cl_2)$ 에서 2개의 X 원자는 전자쌍 1개를 공유하여 결합한다. 따라서  $X_2$ 에서 공유 전자쌍 수는 1이다.

**바로알기** ㄷ. 비금속 원소인 X가 금속 원소인 나트륨(Na)과 결합할 때 Na는 전자 1개를 잃고  $Na^+$ 이 되고, 이 전자를 X가 얻어  $X^-$ 이 된 후, 두 이온 사이의 정전기적 인력으로 결합한다. 즉, NaX(NaCl)는 이온 결합 물질이므로 수많은 양이온과 음이온이 연속적으로 결합하여 결정을 이룬다.

## 20 품공 문제 분석

A와 C는 1족에 속하는 원소이지만 A는 비금속 원소인 H이고, C는 알칼리 금속이다. → 화학적 성질이 다르다.

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

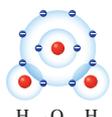
B의 원자가 전자 수는 6이다.  
→ 전자 2개를 얻어야 Ne과 같은 전자 배치를 갖는다.

ㄷ. C는 금속 원소이고, D는 비금속 원소이므로 C와 D로 이루어진 화합물은 이온 결합 물질이다. 따라서 액체 상태에서 전기 전도성이 있다.

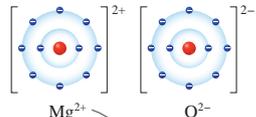
**바로알기** ㄱ. A는 비금속 원소이고, C는 알칼리 금속이므로 화학적 성질이 다르다.

ㄴ. B는 원자가 전자 수가 6이므로 네온(Ne)과 같은 전자 배치를 갖는 이온이 될 때 전자 2개를 얻어  $B^{2-}$ 이 된다.

## 21 품공 문제 분석



$H_2O$ 에서 O 원자의 전자 배치는 Ne과 같으므로 옥텟 규칙을 만족한다.



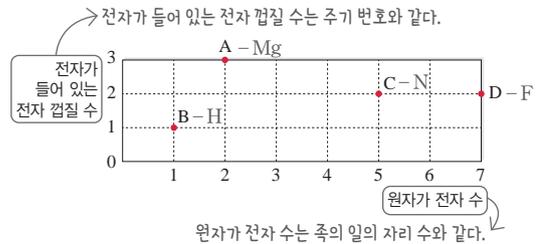
$MgO$ 에서  $Mg^{2+}$ 의 전자 배치는 Ne과 같다.

ㄱ. 물( $H_2O$ )에서 산소(O) 원자는 수소(H) 원자와 전자쌍을 공유하면서 가장 바깥 전자 껍질에 전자 8개를 채우므로 옥텟 규칙을 만족한다.

ㄴ. 산화 마그네슘( $MgO$ )에서 마그네슘 이온( $Mg^{2+}$ )은 마그네슘(Mg)이 전자 2개를 잃고 생성된 이온으로 비활성 기체인 네온(Ne)과 같은 전자 배치를 갖는다.

**바로알기** ㄷ. 수소 원자와 산소 원자가 전자쌍을 공유하여 생성된 물은 공유 결합 물질로 액체 상태에서 전기적으로 중성인 분자로 존재하므로 전기 전도성이 없다. 마그네슘 이온과 산화 이온( $O^{2-}$ ) 사이의 정전기적 인력으로 생성된 산화 마그네슘은 이온 결합 물질로 액체 상태에서 이온들이 비교적 자유롭게 이동할 수 있으므로 전압을 걸어 주면 각 이온은 자신의 전하와 반대 전극으로 이동하면서 전하를 운반한다. 즉, 산화 마그네슘은 액체 상태에서 전기 전도성이 있다.

## 22 품공 문제 분석

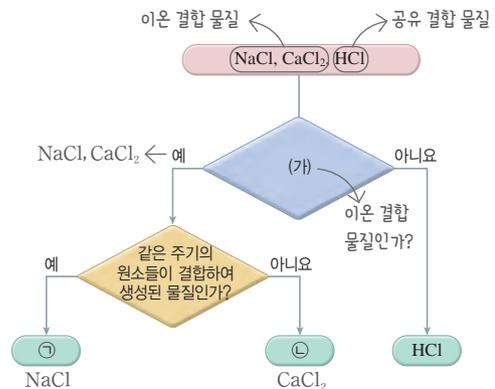


ㄱ. A는 3주기 2족 원소인 마그네슘(Mg)이다. 따라서 A는 금속 원소이다.

ㄷ. C는 2주기 15족 원소인 질소(N)이고, D는 2주기 17족 원소인 플루오린(F)이다. C와 D로 이루어진 물질인  $CD_3(NF_3)$ 는 C 원자가 D 원자 3개와 각각 전자쌍 1개씩 총 3개를 공유하여 생성된다.

**바로알기** ㄴ. B는 1주기 1족 원소인 수소(H)이다. 수소는 비금속 원소이므로 물과 반응하여 수소 기체를 발생시키지 않는다.

## 23 품공 문제 분석



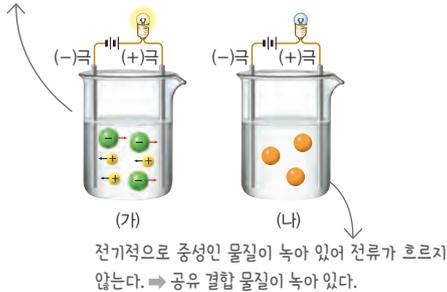
ㄷ. 기준 (가)의 '에'에 해당하는 염화 나트륨(NaCl)과 염화 칼슘(CaCl<sub>2</sub>) 중 ㉠은 3주기 원소들로 이루어진 NaCl이고, ㉡은 3주기 원소인 염소(Cl)와 4주기 원소인 칼슘(Ca)으로 이루어진 CaCl<sub>2</sub>이다. 이때 ㉡은 양이온인 칼슘 이온(Ca<sup>2+</sup>)과 음이온인 염화 이온(Cl<sup>-</sup>)이 1 : 2의 개수비로 결합하여 생성된다.

**바로알기** ㄱ. '아니요'에 해당하는 염화 수소(HCl)가 공유 결합 물질이므로 기준 (가)는 이온 결합 물질의 여부를 묻는 질문이 적절하다.

ㄴ. ㉠인 NaCl은 소금의 주성분이다. 습기 제거제의 주성분은 CaCl<sub>2</sub>이다.

## 24 품공 문제 분석

이온들이 반대 전하를 띠는 극 쪽으로 이동하여 전류가 흐른다. ⇒ 이온 결합 물질이 녹아 있다.



**모범 답안** (1) 염화 칼륨, 염화 칼륨은 이온 결합 물질로 수용액 상태에서 이온이 자유롭게 이동하여 전기 전도성이 있기 때문이다.

(2) 설탕, 설탕은 공유 결합 물질로 수용액 상태에서 전기적으로 중성인 분자 상태로 존재하여 전기 전도성이 없기 때문이다.

채점 기준	배점
(1) (가)에 녹인 물질을 옳게 쓰고, 그 까닭을 옳게 서술한 경우	50 %
(가)에 녹인 물질만 옳게 쓴 경우	20 %
(2) (나)에 녹인 물질을 옳게 쓰고, 그 까닭을 옳게 서술한 경우	50 %
(나)에 녹인 물질만 옳게 쓴 경우	20 %

**25** A: 제설제는 눈이 어는 것을 막는 물질로 물에 녹아 물의 어는점을 낮춰 준다.

C: 현재 사용되는 제설제는 차량을 부식시키고 식물의 생장을 방해하는 단점이 있다.

**바로알기** B: 염화 칼슘(CaCl<sub>2</sub>)과 염화 마그네슘(MgCl<sub>2</sub>)은 모두 금속 원소의 양이온과 비금속 원소의 음이온이 결합한 이온 결합 물질이다.

**26** ㄱ. (가)는 산소(O<sub>2</sub>)로, 대기의 약 21 %를 구성한다.

ㄴ. (나)는 물(H<sub>2</sub>O)로, 생명체 내의 다양한 화학 반응을 돕는다.

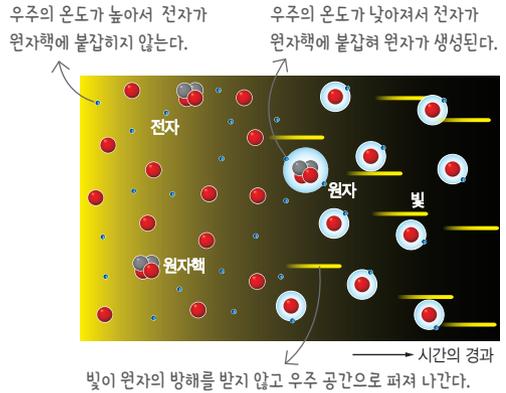
ㄷ. (가)에는 2중 결합이 1개 존재하므로 공유 전자쌍 수가 2이고, (나)에는 단일 결합이 2개 존재하므로 공유 전자쌍 수가 2이다. 따라서 (가)와 (나)는 공유 전자쌍 수가 같다.

## 중단원 고난도 문제

67쪽

01 ② 02 ① 03 ② 04 ⑤

### 01 품공 문제 분석



#### 선택지 분석

✗ 빅뱅 이후 1초가 지나지 않아 일어난 변화이다.

약 38만 년일 때

○ 우주의 온도가 낮아지면서 일어난 변화이다.

✗ 빛의 파장은 시간이 경과할수록 짧아졌다. 길어졌다

**전략적 풀이** ① 생성된 입자의 종류와 입자의 변화를 파악하여 일어난 시기를 알아낸다.

ㄱ. 원자핵과 전자가 떨어져 있다가 결합하여 원자가 생성된 시기이므로 빅뱅 후 약 38만 년일 때 일어난 변화이다. 빅뱅 후 1초 이내에는 기본 입자, 양성자, 중성자가 생성되었다.

② 입자의 변화를 통해 우주의 온도 변화를 추정한다.

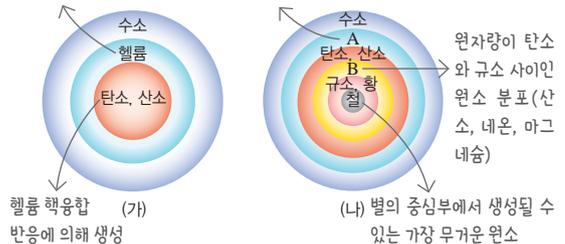
ㄴ. 전자의 운동이 느려지면서 전자가 원자핵에 붙잡혀 원자가 생성되었으므로 우주의 온도는 점차 낮아졌다.

③ 우주의 온도 변화에 따른 빛의 파장 변화를 파악한다.

ㄷ. 우주가 팽창하면서 우주의 온도가 낮아지므로 빛의 파장은 점차 길어졌고 현재는 마이크로파로 검출된다.

### 02 품공 문제 분석

수소 핵융합 반응에 의해 생성 원자량이 수소와 탄소 사이인 원소 분포(헬륨)



별의 질량이 클수록 중심부에서 핵융합에 의해 더 무거운 원소가 생성된다. ⇒ 철은 탄소보다 무거운 원소이다. ⇒ 별의 질량: (가) < (나)

**선택지 분석**

- ㉠ B는 A보다 양성자수가 많다.
- ㉡ 별의 질량은 (가)가 (나)보다 크다. **작다**
- ㉢ (나)보다 질량이 큰 별의 중심부에서는 핵융합 반응으로 우라늄이 생성된다. **생성되지 않는다**

**전략적 풀이 ①** 별의 중심부로 갈수록 핵융합 반응에 의해 무거운 원소가 생성됨을 적용하여 A와 B 원소를 비교한다.

ㄱ. 별의 중심부 온도가 상승함에 따라 점차 무거운 원소의 핵융합 반응이 일어나므로 최종적인 별의 내부 구조는 중심부로 갈수록 무거운 원소가 분포한다. 따라서 B는 A보다 무거운 원소로, 원자 번호가 크므로 양성자수는 B가 A보다 많다.

㉡ 별의 질량이 클수록 중심부에서 더 무거운 원소의 핵융합 반응이 일어남을 적용하여 별의 질량을 비교한다.

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

㉢ 별의 중심부에서 생성될 수 있는 가장 무거운 원소는 철임을 안다.

ㄷ. (나)의 중심부에서는 핵융합 반응에서 생성될 수 있는 가장 무거운 원소인 철이 만들어졌으므로 (나)보다 질량이 큰 별이라고 해도 중심부에서 핵융합 반응으로 철보다 무거운 우라늄이 생성되지 않는다. 우라늄은 초신성 폭발 과정에서 생성될 수 있다.

**03 품공 문제 분석**

- A와 B는 같은 족 원소이다.
- ↳ A와 B는 1족 원소 또는 17족 원소이다.
- 전자가 들어 있는 전자 껍질 수는  $B=E>A$ 이다.
- ↳ 전자 껍질 수:  $\ominus=\ominus>\ominus=\ominus=\ominus \Rightarrow$  B와 E는 3주기 원소이고 A, C, D는 2주기 원소이다.
- 원자 번호는 A가 D보다 크다.
- ↳ A가 1족 원소인 경우 제시된 원소 중 원자 번호가 가장 작으므로 조건에 부합하지 않는다.  $\Rightarrow$  A는 2주기 17족 원소이고, B는 3주기 17족 원소이며 D는  $\ominus$  또는  $\omin�$  중 하나이다.
- 원자가 전자 수는 C가 D보다 크다.
- ↳ C는 2주기 16족 원소이고, D는 2주기 1족 원소이다.

주기	족	1	2	13	14	15	16	17	18
2		$\omin�$ -D(Li)				C(O)- $\omin�$		$\omin�$ -A(F)	
3		$\omin�$ -E(Na)						$\omin�$ -B(Cl)	

**선택지 분석**

- ㉠ A는 알칼리 금속이다. **할로젠**
- ㉡ D와 E는 화학적 성질이 비슷하다.
- ㉢ B와 C로 이루어진 물질은 **이온 결합** 물질이다. **공유 결합**

**전략적 풀이 ①** 주기율표에서 같은 족에 속하는 원소는 1족 또는 17족 원소 중 하나임을 파악하고, A가 1족인 경우를 가정하여 제시된 자료를 적용해 본다.

ㄱ. 전자가 들어 있는 전자 껍질 수가  $B=E>A$ 이므로 A는 2주기 원소이다. A를 1족에 속하는 알칼리 금속이라고 가정하면 ㉠에 대하여 A~E 중 원자 번호가 가장 작으므로 제시된 자료에 부합하지 않는다. 따라서 A는 1족 원소가 아니라 17족에 속하는 할로젠이다.

㉡ 전자 껍질 수, 원자 번호, 원자가 전자 수를 비교하여 A~E를 ㉠~㉢에 배치해 본다.

ㄴ. A와 B는 각각 2주기 17족 원소인  $\omin�$  플루오린(F), 3주기 17족 원소인  $\omin�$  염소(Cl)이고, D와 E는 각각 2주기 1족 원소인  $\omin�$  리튬(Li), 3주기 1족 원소인  $\omin�$  나트륨(Na)이며 C는 2주기 16족 원소인  $\omin�$  산소(O)이다. 따라서 D와 E는 1족에 속하는 알칼리 금속이므로 화학적 성질이 비슷하다.

ㄷ. B와 C는 모두 비금속 원소이므로 B와 C로 이루어진 물질은 공유 결합 물질이다.

**04 품공 문제 분석**

액체 상태에서 전기 전도성이 있는 (가)와 (다)는 이온 결합 물질이다.

화합물	녹는점(°C)	끓는점(°C)	전기 전도성	
			고체	액체
(가)	685	1324	없음	있음
(나)	-183	-162	없음	없음
(다)	993	1704	없음	있음

$\rightarrow$  녹는점은 (가) $<$ (다)이다.  $\Rightarrow$  화학 결합의 세기는 (가) $<$ (다)이다.

**선택지 분석**

- ㉠ (가)와 (다)의 화학 결합의 종류는 같다.
- ㉡ (나)는 분자 상태로 존재한다.
- ㉢ 화학 결합의 세기는 (가) $<$ (다)이다.

**전략적 풀이 ①** 이온 결합 물질은 액체 상태일 때 전기 전도성이 있다는 것을 이용하여 (가)~(다)의 화학 결합의 종류를 파악한다.

ㄱ. 액체 상태에서 전기 전도성이 있는 (가)와 (다)는 이온 결합 물질이고, 액체 상태에서 전기 전도성이 없는 (나)는 공유 결합 물질이다. 따라서 (가)와 (다)의 화학 결합의 종류는 이온 결합으로 같다.

ㄴ. (나)는 공유 결합 물질이므로 구성 원자들이 전자쌍을 공유하여 분자를 이룬다.

㉡ 고체 물질에서 화학 결합의 세기가 셀수록 물질의 녹는점이 높음을 이해한다.

ㄷ. 일반적으로 고체 물질에서 화학 결합의 세기가 셀수록 물질의 녹는점이 높다. 녹는점은 (가) $<$ (다)이므로 화학 결합의 세기는 (다)가 (가)보다 세다.

## 2 자연의 구성 물질

### 1 지각과 생명체 구성 물질의 결합 규칙성

#### 개념 확인 문제

73쪽

- ① 규소    ② 탄소    ③ 4    ④ 4    ⑤ 규산염 사면체  
 ⑥ 판상 구조    ⑦ 탄소 화합물    ⑧ 4    ⑨ 4    ⑩ 고리 모양

1 (1) × (2) × (3) ○ (4) ○    2 A: 규소, B: 산소    3 (가) 복사슬 구조 (나) 망상 구조 (다) 판상 구조    4 ④    5 (1) × (2) ○ (3) ×  
 6 ①    7 (가) 가지 모양(가지 달린 사슬 모양) (나) 사슬 모양 (다) 고리 모양

- 1 (1) 지각과 생명체에 산소가 가장 많은 까닭은 산소는 다른 원소와 쉽게 결합하여 다양한 물질을 만들 수 있기 때문이다.  
 (2) 대기를 구성하는 원소의 성분비는 질소(78%) > 산소(21%) > 아르곤 등이고, 해양을 구성하는 원소의 성분비는 산소(85%) > 수소(10%) > 염소 등이므로 원소의 성분비는 서로 다르다.  
 (3) 생명체를 구성하는 원소 중 두 번째로 많은 것은 탄소이다. 탄소는 별 내부의 핵융합 반응으로 생성되었다.  
 (4) 생명체는 물과 소량의 무기물을 제외하면 탄수화물, 단백질, 포도당, 지질, 핵산 등 유기물로 구성되어 있다.

2 규산염 사면체는 1개의 규소와 4개의 산소가 공유 결합을 한 구조이다. 따라서 A는 규소, B는 산소이다.

- 3 (가)는 단사슬이 서로 엮갈려 2개의 사슬 모양으로 결합하고 있으므로 복사슬 구조이다.  
 (나)는 규산염 사면체가 산소 4개를 모두 공유하여 입체 모양으로 결합하고 있으므로 망상 구조이다.  
 (다)는 규산염 사면체가 산소 3개를 공유하여 얇은 판 모양으로 결합하고 있으므로 판상 구조이다.

4 규산염 광물은 규소와 산소로 이루어진 규산염 사면체를 기본 골격으로 한다. 규산염 광물의 예로는 감람석, 휘석, 각섬석, 흑운모, 석영, 장석 등이 있다. 방해석은 비규산염 광물이다.

- 5 (1) 탄소 화합물은 생명체를 구성하고, 에너지원으로 사용되기 때문에 생명 활동을 하는 데 중요하다.  
 (2) 탄소는 최대 4개의 결합을 할 수 있고, 산소는 최대 2개의 결합을 할 수 있으므로 탄소는 산소보다 결합할 수 있는 전자가 많다.  
 (3) 탄소와 탄소 사이에 단일 결합뿐만 아니라 2중 결합, 3중 결합을 할 수도 있다.

6 탄소 화합물은 탄소를 기본 골격으로 하여 여러 원소가 공유 결합하여 만들어진다. 탄소 화합물의 예로는 탄수화물, 단백질, 포도당, 지질, 핵산 등이 있다. 물은 산소와 수소로 이루어져 있으므로 탄소 화합물이 아니다.

7 탄소는 다른 탄소와 단일 결합하여 사슬 모양, 가지 모양(가지 달린 사슬 모양), 고리 모양 등 다양한 모양의 구조를 만든다.

#### 내신 만점 문제

74~76쪽

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

01 ① 지각을 구성하는 원소에는 산소가 가장 많고, 규소가 두 번째로 많다. 생명체를 구성하는 원소에는 산소가 가장 많고, 탄소가 두 번째로 많다. 따라서 지각과 생명체에 공통적으로 산소가 가장 많다.

② 지각과 생명체를 구성하는 원소의 대부분은 별 내부의 핵융합 반응이나 초신성 폭발 과정에서 생성되었다.

③ 지각은 암석으로, 암석은 광물로, 광물은 원소로 이루어져 있다.

⑤ 생명체를 구성하는 유기물은 탄소를 기본 골격으로 하는 탄소 화합물이다.

바로알기 ④ 생명체는 물과 소량의 무기물을 제외하면 유기물로 구성되어 있다.

02 지각에는 산소가 가장 많고, 규소가 두 번째로 많다.

ㄱ. A는 지각에 가장 많은 원소이므로 산소이고, B는 규소이다.

ㄴ. 산소(A)와 규소(B)는 공유 결합하여 규산염 광물을 이룬다.

ㄷ. 철보다 가벼운 원소인 산소(A)와 규소(B)는 질량이 큰 별의 중심부에서 핵융합 반응에 의해 생성된 후 우주로 방출되어 지각을 이루는 물질이 되었다.

03 A는 산소, B는 질소, C는 수소, D는 탄소이다.

③ C(수소)는 빅뱅 우주의 탄생 초기에 생성되어 별을 형성하는 재료가 되었다.

바로알기 ① A는 지각을 이루는 주요 원소 중 가장 많은 질량비를 차지하므로 산소이다.

② B는 질소이고, C는 수소이므로 서로 다른 원소이다.

④ D는 탄소이고, 지각을 이루는 광물의 약 92%는 산소와 규소로 이루어진 규산염 광물이다.

⑤ D(탄소)는 주로 별의 내부에서 핵융합 반응으로 생성된다.

**04** 나. 해양에 가장 많은 원소는 산소이고, 두 번째로 많은 원소는 수소이다. 수소는 빅뱅 우주의 탄생 초기에 생성되었다.

ㄷ. 대기에 가장 많은 원소는 질소이다. 질소는 철보다 가벼운 원소이므로 별 내부의 핵융합 반응으로 생성되었다.

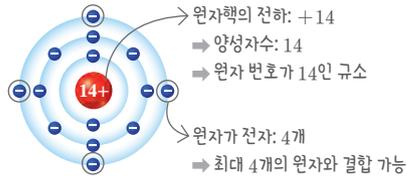
**바로알기** ㄱ. 지각에 가장 많은 원소는 산소이고, 두 번째로 많은 원소는 규소이다. 산소와 규소는 모두 철보다 가벼운 원소로, 별 내부의 핵융합 반응으로 생성되었다.

**05** ㄱ, 나. 규산염 광물은 산소와 규소로 이루어진 규산염 사면체를 기본 골격으로 하여 규산염 사면체들이 일정한 규칙에 따라 화학적으로 결합하여 만들어진 광물이다.

**바로알기** ㄷ. 지각에서 광물의 약 92%는 규산염 광물이고, 약 8%는 비규산염 광물이다. 따라서 지각을 이루는 광물은 대부분 규산염 광물로 이루어져 있다.

**06** **꼼꼼 문제 분석**

- 원자핵의 전하 = 양성자수 = 원자 번호
- 원자가 전자: 가장 바깥 전자 껍질에 배치된 전자로, 화학 결합에 참여한다.



ㄱ. 양성자수가 14이므로 원자 번호가 14인 규소이다.

ㄷ. 광물에서 규소는 주로 산소와 결합하여 규산염 광물을 이룬다.

**바로알기** 나. 규소는 주기율표의 14족 원소로, 원자가 전자가 4개이다. 따라서 최대 4개의 공유 결합을 할 수 있다.

**07** ㉠ 지각을 이루는 대부분의 광물은 규산염 광물이며, 석영, 장석, 운모, 휘석 등이 규산염 광물에 속한다.

㉡ 규산염 광물은 1개의 규소가 4개의 산소와 공유 결합한 규산염 사면체가 다양하게 결합하여 만들어진 것이다.

㉢ 석영은 규산염 사면체가 망상 구조를 이루고, 휘석은 규산염 사면체가 단사슬 구조를 이룬다. 운모는 규산염 사면체가 판상 구조를 이룬다.

**08** ① 규산염 사면체는 규소 1개를 중심으로 산소 4개가 결합한 구조이다. 따라서 A는 산소, B는 규소이다.

② 규소(B)는 주기율표의 14족 원소로, 원자가 전자가 4개이다. 따라서 최대 4개의 공유 결합을 할 수 있다.

③ 규산염 사면체는 규소와 산소가 공유 결합을 한 구조이다.

④ 규산염 사면체는 전기적으로 -4의 음전하를 띤다.

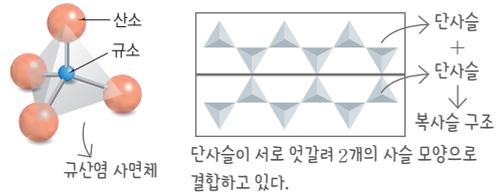
**바로알기** ⑤ 지각을 구성하는 원소의 질량비는 산소(A)가 가장 크고, 규소(B)가 두 번째로 크다.

**09** ㄱ. 규산염 사면체는 전기적으로 -4의 전하를 띤다. 따라서 규산염 사면체에 +2의 전하를 띤 마그네슘 이온 2개가 결합하면 전기적으로 안정한 상태인 중성이 된다.

나. 규산염 사면체 1개가 마그네슘 등의 양이온과 결합하면 독립형 구조의 광물이 된다.

**바로알기** ㄷ. 독립형 구조의 대표적인 광물로 감람석이 있다. 석영은 망상 구조의 대표적인 광물이다.

**10** **꼼꼼 문제 분석**

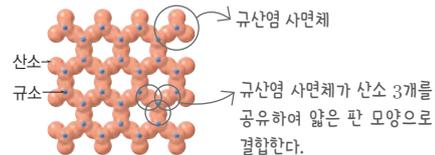


ㄱ. 규산염 사면체가 2개의 사슬 모양으로 결합하고 있으므로 복사슬 구조이다.

**바로알기** 나. 복사슬 구조의 대표적인 광물로 각섬석이 있다. 장석은 망상 구조의 대표적인 광물이다.

ㄷ. 규산염 사면체가 모든 산소를 공유하여 망상 구조를 이루는 석영이 복사슬 구조를 이루는 각섬석보다 풍화에 강하다.

**11** **꼼꼼 문제 분석**



①, ② 규산염 사면체가 얇은 판 모양으로 결합하고 있으므로 판상 구조이다.

③ 판상 구조는 힘을 주면 규산염 사면체의 결합력이 약한 면을 따라 쪼개지는 성질이 있다.

④ 판상 구조의 대표적인 광물로 흑운모가 있다.

**바로알기** ⑤ 판상 구조는 규산염 사면체가 산소 3개를 공유한다. 규산염 사면체가 산소 4개를 공유하는 것은 망상 구조이다.

**12** ① (가)는 1개의 규산염 사면체가 독립형 구조를 이루며, 금속 이온(양이온)이 사면체에 결합하여 안정한 광물이 된다.

② (나)는 규산염 사면체가 1개의 사슬 모양으로 길게 결합한 단사슬 구조이다.

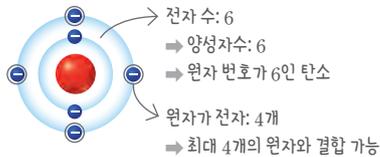
③ 감람석은 규산염 사면체가 (가) 독립형 구조를 이루는 광물이다.

④ 휘석은 규산염 사면체가 (나) 단사슬 구조를 이루는 광물이다.

**바로알기** ⑤ 규산염 광물은 규산염 사면체 간에 산소 원자가 공유되는 결합 구조에 따라 다양한 광물이 만들어진다.

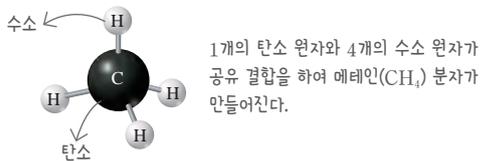
### 13 꼼꼼 문제 분석

- 원자는 양성자수와 전자 수가 같아 전기적으로 중성이다.
- 양성자수는 원자마다 다르므로 양성자수로 원자 번호를 정한다.
- 전자 수 = 양성자수 = 원자 번호



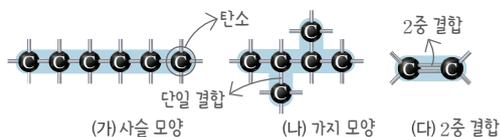
- ① 그림은 전자가 6개이므로 양성자수가 6인 탄소이고, 원자가 전자는 4개이다.
  - ② 탄소는 별의 중심부에서 헬륨 핵융합 반응에 의해 생성된다.
  - ③ 탄소와 수소는 서로의 전자를 내놓아 전자쌍을 만들고, 이를 공유하여 공유 결합을 한다.
  - ④ 탄소는 다른 탄소 원자와 다양한 형태로 결합하여 단백질, 지질, 탄수화물 등 생명체를 구성하는 유기물의 골격을 형성한다.
- 바로알기** ⑤ 탄소는 원자가 전자가 4개이므로 최대 4개의 수소 원자와 결합할 수 있다.

### 14 꼼꼼 문제 분석



- 가. 탄소 원자 1개와 수소 원자 4개가 결합한 분자는 메테인 분자(CH<sub>4</sub>)이다.
  - 다. 메테인 분자의 수소 원자 대신에 다른 원자가 결합하면 새로운 화합물이 만들어진다.
- 바로알기** 나. 메테인 분자는 탄소 원자와 수소 원자가 공유 결합하여 만들어진다.

### 15 꼼꼼 문제 분석



- 나. 탄소는 다른 탄소와 연속적으로 결합할 수 있어 복잡하고 다양한 분자를 만들 수 있다.
  - 다. 탄소는 다른 탄소와 단일 결합하기도 하고, 탄소와 탄소 사이에 2중 결합이나 3중 결합을 하기도 한다.
- 바로알기** 가. (가)는 사슬처럼 길게 결합되어 있으므로 사슬 모양이다.

**16** 철과 철보다 가벼운 원소는 별 내부의 핵융합 반응으로 생성되었고, 철보다 무거운 원소는 초신성 폭발 과정에서 생성되었다. 마그네슘은 철보다 가벼운 원소이고, 니켈은 철보다 무거운 원소이다.

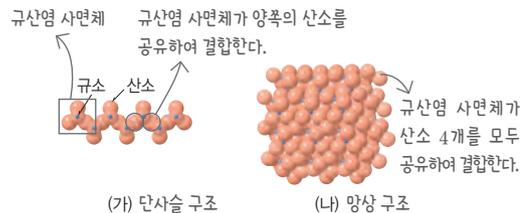
**모범 답안** 철과 마그네슘은 별 내부의 핵융합 반응으로 생성되었고, 니켈은 초신성 폭발 과정에서 생성되었다.

채점 기준	배점
철, 마그네슘, 니켈을 두 그룹으로 구분하고 원소의 기원을 각각 옳게 서술한 경우	100 %
철, 마그네슘, 니켈을 두 그룹으로 구분하고 원소의 기원을 한 가지만 옳게 서술한 경우	60 %

**17** **모범 답안** 산소와 규소, 규산염 사면체들이 일정한 규칙에 따라서 결합하여 다양한 구조를 이루기 때문에 다양한 종류의 규산염 광물이 만들어진다.

채점 기준	배점
산소와 규소를 쓰고, 지각에서 규산염 광물의 종류가 다양한 까닭을 옳게 서술한 경우	100 %
지각에서 규산염 광물의 종류가 다양한 까닭만 옳게 서술한 경우	60 %
산소와 규소만 쓴 경우	40 %

### 18 꼼꼼 문제 분석



단사슬 구조보다 망상 구조일 때 규산염 사면체가 공유하는 산소 수가 많다. → 공유 결합이 복잡해진다. → 결합을 끊는 데 필요한 에너지가 많아지기 때문에 풍화에 강하다.

**모범 답안** (나), (나)는 (가)보다 규산염 사면체 사이에 공유하는 산소 수가 많아 공유 결합이 더 복잡하기 때문에 풍화에 강하다.

채점 기준	배점
(나)를 고르고, 규산염 사면체의 공유 결합을 포함하여 풍화에 강한 까닭을 옳게 서술한 경우	100 %
(나)만 고른 경우	30 %

**19** 탄소는 원자가 전자가 4개이므로 최대 4개의 수소 원자와 결합할 수 있다. 따라서 만들 수 있는 화합물이 많으며, 수소 대신 다른 원자가 결합하면 더 다양한 화합물을 만들 수 있다. 한편 탄소는 다른 탄소와도 잘 결합하여 사슬 모양, 가지 모양, 고리 모양 등 다양한 기본 골격을 형성할 수 있으며, 2중 결합이나 3중 결합을 형성하기도 하므로 복잡한 유기물을 만드는 데 유리하다.

**모범 답안** 탄소는 원자가 전자가 4개이므로 원자 1개당 최대 4개의 공유 결합을 하여 다양한 화합물을 만든다. 또한, 다른 탄소와도 다양한 방식으로 연속적으로 결합하여 복잡하고 다양한 분자를 만드는 데 유리하다. 따라서 탄소는 생명체의 주요 구성 성분이 되었다.

채점 기준	배점
탄소가 생명체의 주요 구성 성분이 되는 까닭을 원자가 전자, 탄소 화합물의 결합 규칙성을 모두 관련지어 옳게 서술한 경우	100 %
탄소 화합물의 결합 규칙성만 관련지어 옳게 서술한 경우	70 %
원자가 전자만 관련지어 옳게 서술한 경우	30 %

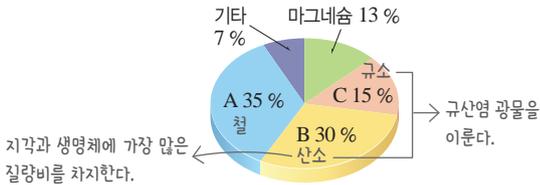
## 실력 UP 문제

77쪽

01 ④    02 ②    03 ⑤    04 ⑤    05 ⑤

### 01 품공 문제 분석

지구 구성하는 원소의 질량비: 철 > 산소 > 규소 > 마그네슘 > 기타



ㄴ. 규산염 광물은 규산염 사면체를 기본 골격으로 하여 규산염 사면체들이 일정한 규칙에 따라 화학적으로 결합하여 만들어진 광물이다. 규산염 사면체는 산소(B)와 규소(C)가 공유 결합하여 이루어진다.

ㄷ. 철(A)과 철보다 가벼운 원소인 산소(B), 규소(C)는 모두 별 내부의 핵융합 반응으로 생성되었다.

**바로알기** ㄱ. 지각에 가장 많은 원소는 산소(B)이다.

**02** (가)는 규산염 사면체가 양쪽의 산소를 공유하여 단일 사슬 모양으로 길게 결합하고 있으므로 단사슬 구조이다. (나)는 단사슬이 서로 엇갈려 2개의 사슬 모양으로 결합하고 있으므로 복사슬 구조이다.

ㄷ. 규산염 광물의 결합 구조가 복잡할수록 공유하는 산소의 수는 증가한다. 따라서 공유하는 산소의 수는 복사슬 구조인 (나)가 단사슬 구조인 (가)보다 많다.

**바로알기** ㄱ. (가)는 규산염 사면체가 단일 사슬 모양으로 길게 결합하고 있으므로 단사슬 구조이다.

ㄴ. (나)는 복사슬 구조이므로 각 삼각의 결합 구조에 해당한다. 감람석의 결합 구조는 독립형 구조이다.

**03** ⑤ 중성 지방은 단위체인 글리세롤과 지방산이 결합하여 형성된다.

**바로알기** ① 탄수화물, 단백질, 지질은 탄소로 이루어진 기본 골격에 수소, 산소, 질소 등 여러 원소가 결합하여 만들어진 탄소 화합물이다. 물은 산소와 수소로만 이루어져 있기 때문에 탄소 화합물이 아니다.

② 탄수화물인 녹말은 포도당과 같은 단당류가 일정한 간격으로 결합하여 형성된다.

③ 단백질은 여러 개의 아미노산이 결합하여 형성된다.

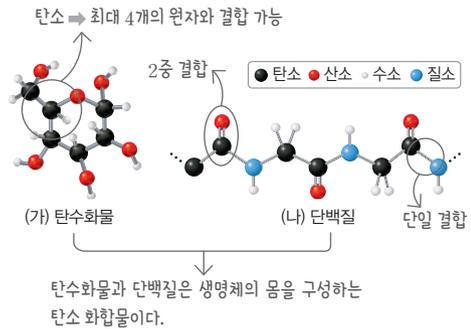
④ 인지질은 세포막의 구성 성분이 된다. 체내 에너지원의 기능을 하는 것은 중성 지방이다.

**04** ㄱ. (가)는 규산염 사면체이므로 중심 원자인 A는 규소이고, B는 산소이다. (나)는 메테인 분자이므로 중심 원자인 C는 탄소이고, D는 수소이다.

ㄴ. 석영은 망상 구조이므로 규산염 사면체 간에 산소(B)가 모두 공유되고, 감람석은 독립형 구조이므로 규산염 사면체 간에 산소(B)가 공유되지 않는다. 따라서  $\frac{B \text{의 개수}}{A \text{의 개수}}$ 는 석영이 감람석보다 작다.

ㄷ. 규산염 사면체에서 규소(A)와 산소(B)는 공유 결합을 하고, 메테인 분자에서 탄소(C)와 수소(D)는 공유 결합을 한다.

### 05 품공 문제 분석



ㄱ. 탄소 화합물은 탄소를 기본 골격으로 여러 원소가 공유 결합하여 만들어진 물질이다. (가) 탄수화물과 (나) 단백질은 탄소를 기본으로 산소, 수소, 질소가 공유 결합하여 만들어진 탄소 화합물이다.

ㄴ. 탄수화물과 단백질을 포함한 탄소 화합물은 생명체를 구성하고, 에너지원으로 사용되기 때문에 생명 활동을 하는 데 중요하다.

ㄷ. 탄소는 주기율표의 14족 원소로, 원자가 전자가 4개이기 때문에 최대 4개의 공유 결합을 할 수 있다. 따라서 탄소는 수소 외에도 산소, 질소 등 여러 종류의 원소와 결합하여 다양한 화합물을 만들 수 있다.



개념 확인 문제

80쪽

- 1 탄수화물
- 2 단백질
- 3 핵산
- 4 단위체
- 5 아미노산
- 6 폴리펩타이드
- 7 펩타이드
- 8 아미노산

- 1 (1) × (2) × (3) ○ (4) × (5) ×    2 나, 드, 르, 모    3 (1) ⊖  
 (2) ⊕ (3) ⊕    4 ⊕ 아미노산, (가) 펩타이드 결합    5 (1) ○  
 (2) ○ (3) ○ (4) × (5) ○ (6) ×    6 ⊕ 배열 순서, ⊖ 입체 구조

- 1 (1) 탄수화물의 구성 원소는 탄소(C), 수소(H), 산소(O)이며, 질소(N)는 포함되지 않는다.  
 (2) 생명체를 구성하는 물질 중 가장 많은 양을 차지하는 것은 물이다. 단백질은 물을 제외하고 가장 많은 양을 차지한다.  
 (3) 지질의 종류 중 중성 지방은 에너지원으로 사용되고, 인지질은 세포막의 주요 성분이다.  
 (4) 물은 비열이 커서 외부 온도 변화에 따라 쉽게 온도가 변하지 않아 체온을 일정하게 유지하는 데 도움이 된다.  
 (5) 무기염류는 다양한 생리 작용을 조절하는 데 관여하지만, 에너지원은 아니다.
- 2 생명체를 구성하는 물질 중 지질, 핵산, 단백질, 탄수화물은 모두 탄소(C)를 포함하는 탄소 화합물이다.
- 3 탄수화물의 단위체는 포도당, 단백질의 단위체는 아미노산, 핵산의 단위체는 뉴클레오타이드이다.
- 4 단백질의 단위체는 아미노산(⊕)이고, 아미노산과 아미노산은 펩타이드 결합(가)으로 연결되어 긴 사슬 모양의 폴리펩타이드를 형성한다.
- 5 (1) 단백질의 구성 원소는 탄소(C), 수소(H), 산소(O), 질소(N)이며, 황(S)을 포함하기도 한다.  
 (2) 단백질은 효소, 호르몬, 항체의 주성분이다.  
 (3) 단백질은 효소, 호르몬의 성분으로 각종 화학 반응과 생리 작용을 조절한다.  
 (4) 유전 정보를 저장하거나 전달하는 것은 핵산이다.  
 (5) 단백질, 핵산, 녹말은 단위체의 결합으로 형성되는 고분자 화합물이다.  
 (6) 단백질의 단위체는 아미노산이며, 아미노산의 종류와 수 및 배열 순서에 따라 단백질의 종류가 달라진다.
- 6 단백질은 아미노산의 종류와 수 및 배열 순서에 따라 입체 구조가 결정되고, 단백질의 기능은 이 입체 구조에 의해 결정된다.

개념 확인 문제

83쪽

- 1 뉴클레오타이드
- 2 디옥시리보스
- 3 T
- 4 리보스
- 5 U
- 6 인산
- 7 상보
- 8 타이민(T)
- 9 사이토신(C)
- 10 염기 서열

- 1 뉴클레오타이드, 염기    2 (1) × (2) × (3) ○    3 드, 르, 모  
 4 (1) RNA (2) 4개    5 (1) 디옥시리보스 (2) 인산 (3) 사이토신(C)  
 6 ATGGTGCACGTA    7 30 %    8 (1) ○ (2) ○ (3) ×

- 1 핵산을 구성하는 단위체는 뉴클레오타이드이며, 뉴클레오타이드는 인산, 당, 염기가 1 : 1 : 1로 결합한 물질이다.
- 2 (1) 핵산의 단위체는 뉴클레오타이드이며, 뉴클레오타이드는 인산, 당, 염기가 1 : 1 : 1로 결합되어 있다.  
 (2) 핵산의 단위체는 DNA를 구성하는 단위체 4종류와 RNA를 구성하는 단위체 4종류가 있다.
- 3 DNA를 구성하는 당은 디옥시리보스이고, DNA는 염기 중 타이민(T)이 있으며, 이중 나선 구조이다. RNA를 구성하는 당은 리보스이고, RNA는 염기 중 유라실(U)이 있으며, 단일 가닥 구조이다.
- 4 (1) 단일 가닥 구조이며, 염기에 유라실(U)이 있는 것으로 보아 이 핵산은 RNA이다.  
 (2) 핵산의 단위체인 뉴클레오타이드는 인산, 당, 염기가 1 : 1 : 1로 결합되어 있으므로, 핵산을 구성하는 염기의 개수와 단위체의 개수가 같다.
- 5 (1) 이중 나선 구조이므로 이 핵산은 DNA이다. DNA를 구성하는 당은 디옥시리보스이다.  
 (2) DNA의 바깥쪽 골격은 뉴클레오타이드의 당과 인산의 결합으로 형성된다.  
 (3) DNA의 폴리뉴클레오타이드 두 가닥은 염기 사이의 수소 결합으로 연결되는데, 상보적으로 결합하므로 염기 ⊖이 구아닌(G)이면 이와 결합하는 염기 ⊕은 사이토신(C)이다.
- 6 DNA 이중 나선에서 두 가닥의 폴리뉴클레오타이드는 염기의 상보결합으로 연결된다. 아데닌(A)은 타이민(T)과, 구아닌(G)은 사이토신(C)과 상보적으로 결합하므로, 제시된 가닥과 결합한 다른 쪽 가닥의 염기 서열은 ATGGTGCACGTA이다.
- 7 DNA 이중 나선을 이루는 두 폴리뉴클레오타이드의 염기 서열은 상보적이며, 구아닌(G)은 항상 사이토신(C)과 결합한다. 따라서 DNA 이중 나선에서 구아닌(G)의 비율이 30 %이면 사이토신(C)의 비율도 30 %이다.

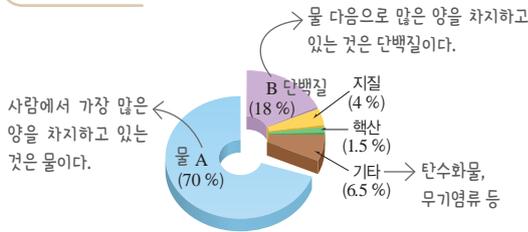
- 8 (1) 단백질과 DNA는 모두 탄소(C)를 포함하는 탄소 화합물이다.  
 (2) 단백질과 DNA는 단위가 일정한 규칙에 따라 결합하여 형성된 고분자 화합물이다.  
 (3) 단백질은 입체 구조에 따라 다양한 기능을 나타낸다. 그러나 DNA의 경우 입체 구조는 이중 나선 구조로 동일하며, 다양한 염기 서열에 다양한 유전 정보를 저장한다.

## 내신 **안정** 문제

84~86쪽

- 01 ㉓    02 ㉔    03 ㉓    04 ㉕    05 ㄱ, ㄴ, ㄷ    06 ㉕  
 07 ㉓    08 ㉕    09 ㉔    10 ㉔, ㉕    11 ㉓    12 ㉔  
 13 ㉕    14 ㉔    15 ㉔    16 해설 참조    17 해설 참조  
 18 해설 참조    19 해설 참조

### 01 **꼼꼼 문제 분석**



- ㉓ B는 사람을 구성하는 물질 중 두 번째로 많은 양을 차지하는 단백질이다. 단백질은 아미노산의 펩타이드 결합으로 형성된다.  
**바로알기** ㉔ A는 사람을 구성하는 물질 중 가장 많은 양을 차지하는 물이다. 물은 수소(H)와 산소(O)로 구성되며 탄소(C)를 포함하지 않는다. 따라서 물은 탄소 화합물이 아니다.  
 ㉕ 물(A)은 에너지원이 아니다. 주요 에너지원은 탄수화물이다.  
 ㉖ 물(A)은 비열이 커서 체온을 일정하게 유지하는 데 도움이 된다.  
 ㉗ 유전 정보의 저장과 전달에 관여하는 물질은 핵산이며, 사람을 구성하는 물질 중 핵산의 비율은 1.5%이다.

02 ㄱ. A는 유전 정보를 저장하는 핵산이다. 핵산은 단위체인 뉴클레오타이드가 결합하여 형성된다.

ㄴ. B는 효소와 항체의 주성분인 단백질이다. 단백질은 아미노산이 펩타이드 결합으로 연결되어 형성된다.

**바로알기** ㄷ. C는 비열이 커서 체온 유지에 도움이 되는 물이다. 물은 생명체를 구성하는 물질 중 가장 많지만, 탄소 화합물은 아니다.

03 A: 인지질은 지질의 일종으로, 세포막의 주요 성분이다.  
 C: 핵산의 단위체는 뉴클레오타이드이며, DNA와 RNA를 구성하는 뉴클레오타이드는 각각 4종류이다. 단백질의 단위체는

아미노산이며, 아미노산은 곁사슬이 다른 20종류가 있다. 따라서 단위체의 종류는 핵산보다 단백질이 더 많다.

**바로알기** B: 녹말은 탄수화물의 일종인 다당류로, 단위체는 포도당 한 종류이다.

### 04 **꼼꼼 문제 분석**

구분	㉑	㉒	㉓
단백질 A	○	○	○
핵산 B	×	㉔×	○
탄수화물 C	○	×	○

(○: 있음, ×: 없음)

**특징(㉑~㉓)**

- 항체의 주성분이다. 단백질 → ㉑
- 구성 원소에 수소(H)가 있다. 핵산, 단백질, 탄수화물 → ㉒
- 생명체에서 에너지원으로 사용된다. 단백질, 탄수화물 → ㉓

(가)

(나)

A는 특징 ㉑~㉓이 모두 있으므로 단백질이다. 특징 ㉑과 ㉓이 있는 C는 탄수화물이고, B는 핵산이다.

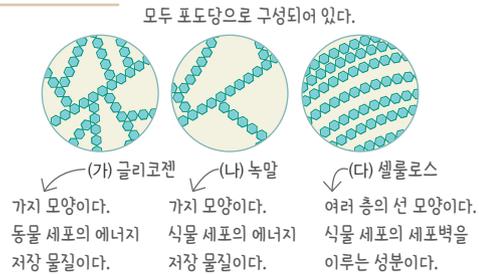
ㄱ. 단백질(A)의 단위체는 아미노산이다.

ㄷ. 핵산의 구성 원소는 탄소(C), 수소(H), 산소(O), 질소(N), 인(P)이고, 단백질의 구성 원소는 탄소(C), 수소(H), 산소(O), 질소(N), 황(S)이며, 탄수화물의 구성 원소는 탄소(C), 수소(H), 산소(O)이다. 따라서 A~C에 공통으로 있는 특징 ㉒은 '구성 원소에 수소(H)가 있다.'이다.

**바로알기** ㄴ. 특징 ㉒은 탄수화물에는 없고 단백질에만 있는 특징이므로 '항체의 주성분이다.'이며, 이는 핵산(B)에는 없는 특징이므로 ㉔는 '×'이다.

05 글리코젠은 포도당, 단백질은 아미노산, DNA는 뉴클레오타이드가 결합하여 형성된 고분자 화합물이다.

### 06 **꼼꼼 문제 분석**



ㄱ. 녹말, 셀룰로스, 글리코젠은 모두 탄수화물의 다당류에 속하며, 단위체는 포도당이다.

ㄴ. 녹말과 글리코젠은 포도당이 가지 모양으로 이어져 있는 형태이다. (가)는 동물 세포의 에너지 저장 물질이므로 글리코젠이고, (나)는 식물 세포의 에너지 저장 물질인 녹말이다.

ㄷ. (다)는 포도당이 여러 층의 선 모양으로 이어져 있는 형태인 셀룰로스이다. 셀룰로스는 식물 세포의 세포벽을 이루는 성분이다.

**07** ① 단백질은 효소, 호르몬, 항체의 주성분으로, 각종 화학 반응과 생리 작용을 조절한다.

② 단백질은 다양한 아미노산이 펩타이드 결합으로 연결되어 형성된다.

④ 단백질의 종류는 아미노산의 종류와 수 및 배열 순서에 의해 결정되므로, 단백질의 종류가 다르면 아미노산의 배열 순서가 다르다.

⑤ 단백질의 기능은 입체 구조와 밀접한 관련이 있으므로 열에 의해 단백질의 입체 구조가 변하면 그 기능을 잃을 수 있다.

**바로알기** ③ 단백질의 단위체는 아미노산으로, 인체를 구성하는 아미노산은 20종류가 있다. 아미노산의 종류와 수 및 배열 순서에 따라 단백질의 종류가 달라지는데, 20종류의 아미노산이 다양한 방법으로 조합하여 만들어질 수 있는 단백질의 종류는 이론적으로 거의 무한대에 가깝다.

**08** 나. 모든 아미노산은 공통적으로 탄소를 중심으로 아미노기, 카복실기, 수소 원자, 곁사슬이 결합되어 있다. ㉠은 카복실기이다.

다. 아미노산의 종류는 곁사슬에 의해 결정되며, 아미노산은 곁사슬이 다른 20종류가 있다.

**바로알기** 가. 아미노산에서 질소를 포함하는 ㉡은 아미노기이다.

**09** 가. ㉢은 아미노산과 아미노산 사이에 형성된 펩타이드 결합이다.

다. 탄소 화합물 X는 아미노산이 결합하여 형성된 단백질이다. 단백질은 에너지원으로 이용되기도 한다.

**바로알기** 나. 한 아미노산의 카복실기와 다른 아미노산의 아미노기 사이에서 물이 한 분자 빠져나오면서 펩타이드 결합이 형성된다.

### 10 꼼꼼 문제 분석



단백질의 단위체이며, 곁사슬이 다른 20종류가 있다. 수많은 아미노산이 펩타이드 결합으로 연결되어 긴 사슬 모양으로 된 것이다. 폴리펩타이드가 구부러지고 접혀 독특한 입체 구조를 갖는다. 단백질의 기능은 이 입체 구조에 의해 결정된다.

- ① (가)는 단백질의 단위체인 아미노산이다.
- ③ 아미노산(가)이 펩타이드 결합으로 연결되어 폴리펩타이드(나)로 될 때 물이 빠져나온다.
- ⑤ 폴리펩타이드(나)는 아미노산(가)의 배열 순서에 따라 구부러지고 접혀 독특한 입체 구조를 갖는 단백질(다)이 되고 이 입체 구조에 따라 단백질의 기능이 결정된다.

**바로알기** ② (나)는 폴리펩타이드이다. 폴리뉴클레오타이드는 뉴

클레오타이드가 연결되어 긴 사슬 모양으로 된 것이다.

④ 아미노산(가)이 폴리펩타이드(나)로 될 때 펩타이드 결합이 형성된다.

**11** 가. 모든 단백질의 단위체는 아미노산이다. 단백질의 일종인 헤모글로빈(가)과 콜라겐(나)은 아미노산으로 구성된다.

나. 단백질의 종류는 아미노산의 종류와 수 및 배열 순서로 결정된다. 따라서 서로 다른 종류의 단백질인 헤모글로빈(가)과 콜라겐(나)은 단위체인 아미노산의 수와 배열 순서가 다르다.

**바로알기** 다. 단백질의 기능은 입체 구조에 의해 결정된다. 따라서 입체 구조가 다른 헤모글로빈(가)과 콜라겐(나)은 기능이 다르다. 적혈구 속 헤모글로빈(가)은 산소를 운반하는 기능을 하고, 피부 속 콜라겐(나)은 피부를 구성하는 기능을 한다.

**12** ② 핵산의 구성 원소는 탄소(C), 수소(H), 산소(O), 질소(N), 인(P)이다.

**바로알기** ① 핵산은 핵뿐만 아니라 세포질에도 있다.

③ 핵산을 구성하는 당과 염기의 비율은 1 : 1이다.

④ 생명체를 구성하는 탄소 화합물 중 양이 가장 많은 것은 단백질이다.

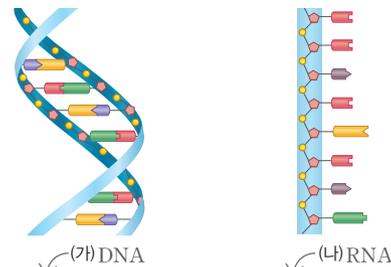
⑤ 핵산의 종류에는 DNA와 RNA가 있다. DNA를 구성하는 단위체의 당은 디옥시리보스이며, RNA를 구성하는 단위체의 당은 리보스이다. 또 타이민(T)은 DNA에만 있고, 유라실(U)은 RNA에만 있다. 따라서 핵산의 종류에 따라 구성하는 단위체의 종류가 다르다.

**13** 가. ㉣은 당(디옥시리보스)이다. 당은 탄수화물의 일종으로 탄소(C), 수소(H), 산소(O)로 구성된다.

나. ㉤은 염기이다. DNA의 단위체를 구성하는 염기에는 아데닌(A), 구아닌(G), 사이토신(C), 타이민(T)의 4종류가 있다.

다. DNA는 단위체인 뉴클레오타이드가 결합하여 형성된다. 뉴클레오타이드가 다양한 순서로 결합하여 다양한 염기 서열이 만들어지며 이러한 염기(㉤) 서열에 유전 정보가 저장된다.

### 14 꼼꼼 문제 분석



(가) DNA  
 • 당: 디옥시리보스  
 • 염기: A, G, C, T  
 • 기능: 유전 정보 저장

(나) RNA  
 • 당: 리보스  
 • 염기: A, G, C, U  
 • 기능: 유전 정보 전달 및 단백질 합성에 관여

① (가)는 두 가닥의 폴리뉴클레오타이드가 나선형으로 꼬여 있으므로 이중 나선 구조의 DNA이다. (나)는 단일 가닥의 폴리뉴클레오타이드로 되어 있으므로 RNA이다.

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

④ DNA(가)는 유전 정보를 저장하고, RNA(나)는 유전 정보의 전달 및 단백질 합성에 관여한다.

⑤ DNA(가)와 RNA(나)의 단위체는 모두 뉴클레오타이드로, 인산, 당, 염기가 1 : 1 : 1로 결합되어 있다.

**바로알기** ② DNA(가)를 구성하는 당은 디옥시리보스이다. 리보스는 RNA(나)를 구성하는 당이다.

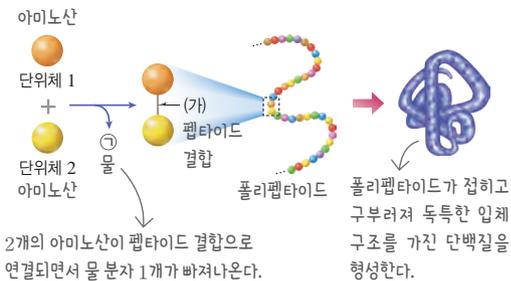
**15** 이중 나선 DNA에서 상보적으로 결합하는 아데닌(A)과 타이민(T), 구아닌(G)과 사이토신(C)의 비율은 각각 같다. 따라서 전체 염기 중에서 구아닌(G)의 비율이 30 %라면 사이토신(C)의 비율도 30 %이다. 전체 염기 중 나머지  $100 - (30 + 30) = 40(\%)$ 는 아데닌(A)과 타이민(T)인데, 아데닌(A)과 타이민(T)의 비율이 같으므로 아데닌(A)과 타이민(T)의 비율은 각각 20 %이다.

**16** (가)는 이중 나선 구조인 DNA이고, (나)는 다양한 종류의 단위체가 결합한 단백질이다. DNA는 인산, 당, 염기가 1 : 1 : 1로 결합한 뉴클레오타이드가 결합하여 형성되고, 단백질은 아미노산이 펩타이드 결합으로 연결되어 형성된다.

**모범 답안** (가)의 단위체는 뉴클레오타이드이며 4종류가 있다. (나)의 단위체는 아미노산이며 20종류가 있다.

채점 기준	배점
(가)와 (나)의 단위체의 이름과 종류를 모두 옳게 서술한 경우	100 %
(가)의 단위체의 이름과 종류만 옳게 서술한 경우	50 %
(나)의 단위체의 이름과 종류만 옳게 서술한 경우	50 %

**17** **공공 문제 분석**



단백질은 단위체인 아미노산이 펩타이드 결합으로 연결되어 폴리펩타이드를 형성하고 이것이 구부러지고 접혀 입체적인 구조를

갖추게 됨으로써 특정 기능을 하게 된다. 몇 가지 블록으로 다양한 모양을 만들 수 있는 것처럼 20종류의 아미노산을 어떤 순서로 연결하는가에 따라 셀 수 없을 만큼 많은 종류의 단백질을 만들 수 있다.

**모범 답안** (1) 물(H<sub>2</sub>O)

(2) 펩타이드 결합, 119개

(3) 단백질은 단위체인 아미노산이 펩타이드 결합으로 연결되어 형성되는데, 아미노산의 종류와 수 및 배열 순서에 따라 단백질의 입체 구조가 달라져 다양한 종류의 단백질이 형성된다. 즉, 20종류의 아미노산이 다양한 순서로 결합하여 입체 구조가 다른 많은 종류의 단백질을 형성할 수 있다.

채점 기준	배점
(1) 물(H <sub>2</sub> O)이라고 쓴 경우	20 %
(가)의 이름과 개수를 옳게 쓴 경우	30 %
(2) (가)의 이름과 개수 중 한 가지만 옳게 쓴 경우	15 %
(3) 단백질의 종류를 결정하는 요소를 단위체의 종류와 수, 배열 순서와 연결하여 옳게 서술한 경우	50 %
단위체의 배열 순서에 대해서만 서술한 경우	40 %

**18** DNA는 디옥시리보핵산, RNA는 리보핵산이라고 한다. DNA를 구성하는 당은 디옥시리보스이고, RNA를 구성하는 당은 리보스이다.

**모범 답안** • 당: DNA를 구성하는 당은 디옥시리보스이고, RNA를 구성하는 당은 리보스이다.

• 염기: DNA를 구성하는 염기는 A, G, C, T이고, RNA를 구성하는 염기는 A, G, C, U이다.

• 기능: DNA는 유전 정보를 저장하고, RNA는 유전 정보의 전달 및 단백질 합성에 관여한다.

채점 기준	배점
당, 염기, 기능과 관련지어 DNA와 RNA의 차이점 세 가지를 모두 옳게 서술한 경우	100 %
DNA와 RNA의 차이점을 두 가지만 옳게 서술한 경우	70 %
DNA와 RNA의 차이점을 한 가지만 옳게 서술한 경우	30 %

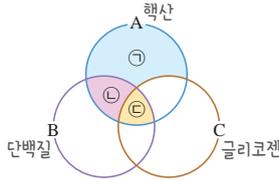
**19** DNA는 뉴클레오타이드가 결합하여 형성되며, 생물의 형질을 결정하는 유전 정보를 저장하고 있다. 유전 정보는 DNA의 염기 서열에 저장되는데, DNA의 염기 서열이 다르다면 저장되는 유전 정보도 다르다.

**모범 답안** 염기가 다른 4종류의 단위체가 다양한 순서로 결합하여 다양한 염기 서열을 가진 DNA가 만들어지고, DNA의 다양한 염기 서열에 다양한 유전 정보가 저장된다.

채점 기준	배점
다양한 염기 서열이 형성되어 다양한 유전 정보를 저장한다고 서술한 경우	100 %
다양한 염기 서열이 형성된다고만 서술한 경우	70 %

01 ④ 02 ① 03 ③ 04 ③

01 품공 문제 분석



특징(㉠~㉣)
• 탄소 화합물이다. 단백질, 핵산, 글리코젠 → ㉣
• 단위체가 뉴클레오타이드이다. 핵산 → ㉠
• 구성 원소로 질소(N)를 포함한다. 단백질, 핵산 → ㉣

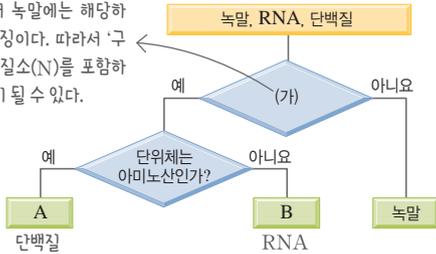
나. B는 단백질이다. 헤모글로빈은 적혈구에 들어 있는 단백질의 일종으로, 4개의 폴리펩타이드로 구성되어 있으며 산소를 운반하는 기능을 한다.

다. C는 글리코젠으로 탄수화물의 일종이며, 글리코젠은 동물 세포의 에너지 저장 물질로 에너지원으로 사용된다.

**바로알기** ㄱ. A는 핵산이며, 단위체인 뉴클레오타이드의 배열 순서에 따라 염기 서열이 달라져 다양한 유전 정보가 저장될 수 있다. 핵산인 DNA는 단위체의 배열 순서에 관계없이 이중 나선 구조를 나타내며, 단백질은 단위체의 배열 순서에 따라 입체 구조가 달라진다.

02 품공 문제 분석

단백질과 RNA의 공통적인 특징이면서 녹말에는 해당하지 않는 특징이다. 따라서 '구성 원소로 질소(N)를 포함하는가?' 등이 될 수 있다.



A는 아미노산으로 구성된 단백질, B는 뉴클레오타이드로 구성된 RNA이며, 녹말은 포도당으로 구성되어 있다. ⇒ 단백질, RNA, 녹말 모두 단위체로 구성되어 있다.

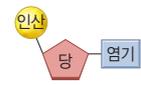
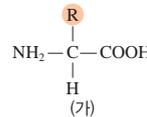
나. 단백질(A)은 20종류의 단위체(아미노산)로, RNA(B)는 4종류의 단위체(뉴클레오타이드)로 구성된다.

**바로알기** ㄱ. 녹말도 단위체(포도당)로 구성되어 있으므로 녹말을 RNA, 단백질과 구분하는 기준 (가)로 '단위체로 구성되어 있는가?'는 적합하지 않다.

다. RNA(B)는 아데닌(A), 구아닌(G), 사이토신(C), 유라실(U)이 포함된 뉴클레오타이드를 가진다. 타이민(T)이 포함된 뉴클레오타이드는 DNA에만 있다.

03 품공 문제 분석

DNA의 바깥쪽 골격은 뉴클레오타이드의 당-인산 결합으로 연결되어 있다.



아미노기와 카복실기가

이중 나선 구조이다.

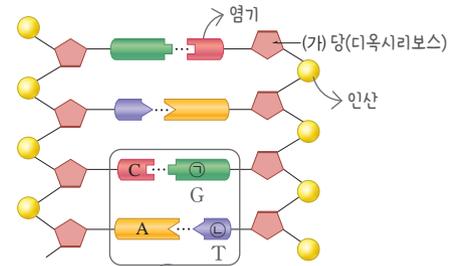
인산, 당, 염기가 1 : 1 : 1로 결합되어 있다. ⇒ 뉴클레오타이드

ㄱ. 효소의 주성분은 단백질이고, (가)는 단백질의 단위체인 아미노산이다.

나. (나)는 DNA이며, DNA 이중 나선을 이루는 바깥쪽 골격은 한 뉴클레오타이드의 인산과 다른 뉴클레오타이드의 당이 공유 결합하여 형성된다.

**바로알기** ㄷ. DNA(나)는 뉴클레오타이드(다)의 결합으로 이루어지므로, 당과 인산의 비율은 DNA(나)와 뉴클레오타이드(다)에서 모두 1 : 1이다.

04 품공 문제 분석



DNA를 구성하는 염기는 A, G, C, T이며, A는 항상 T과, G은 항상 C과 결합한다. ⇒ 염기의 상보결합

물질 X는 세포의 핵 속에 있고, 인산, 당, 염기가 1 : 1 : 1로 결합된 뉴클레오타이드로 이루어져 있으며, 두 가닥의 폴리뉴클레오타이드로 구성되어 있으므로 DNA이다.

ㄱ. DNA를 구성하는 당 (가)는 디옥시리보스이다.

나. C(사이토신)과 결합하는 ㉠은 G(구아닌)이고, A(아데닌)과 결합하는 ㉡은 T(타이민)이다. 이때 염기 사이의 결합은 수소 결합이다.

**바로알기** ㄷ. 이중 나선 DNA에서 ㉠(G)의 비율이 35 %이면 ㉡(G)과 상보적으로 결합하는 C의 비율도 35 %이다. 나머지 ㉢(T)과 A을 합한 비율은 100 - (35 + 35) = 30 %인데, ㉢(T)과 A은 상보적으로 결합하므로 ㉢(T)과 A의 비율은 각각 15 %이다.

# 3 신소재의 개발과 이용

## 개념 확인 문제

92 쪽

- ① 액정    ② 다이오드    ③ p형 반도체    ④ n형 반도체  
 ⑤ 초전도    ⑥ 네오디뮴 자석    ⑦ 그래핀    ⑧ 생체 모방

- 1 (1) ○ (2) ○ (3) ×    2 ㄴ, ㄷ    3 (1) ○ (2) × (3) ○  
 4 ㉠ 양공, ㉡ 전자    5 ㉠ 0, ㉡ 초전도체    6 ㄱ, ㄴ, ㄷ  
 7 ㄱ, ㄴ

- 1** (1) 절연체는 전기 저항이 매우 커서 전류가 거의 흐르지 않는 물질이다.  
 (2) 반도체는 온도, 압력 등 조건에 따라 전기 저항이 변하므로 다양한 분야에서 이용되고 있다.  
 (3) 전류의 흐름을 차단해야 하는 곳에는 절연체를 사용해야 한다. 도체는 전류가 흘러야 하는 곳에 사용한다.

- 2** 액정은 가늘고 긴 분자가 규칙적인 배열을 하고 있어, 고체 결정의 성질을 가지면서도 액체처럼 흐르는 성질이 있는 물질로, 영상 정보 표시 장치에 주로 쓰인다.

- 3** (1) 발광 다이오드(LED)는 전류가 흐르면 빛을 방출하는 성질이 있어 조명 장치에 이용된다.  
 (2) 다이오드는 교류를 직류로 바꾸는 데 사용된다.  
 (3) 반도체는 조건에 따라 전기 저항이 변하는 성질이 있어 압력 감지기, 화재 감지기 등 여러 가지 감지기에 이용된다.

- 4** 고유(순수) 반도체인 규소(Si)나 저마늄(Ge)에 원자가 전자가 3개인 원소를 도핑하면 p형 반도체가 되고, 원자가 전자가 5개인 원소를 도핑하면 n형 반도체가 된다. p형 반도체는 양공이, n형 반도체는 전자가 전하 나르게 역할을 하여 순수 반도체보다 전기 전도성이 좋다.

- 5** 초전도 현상은 임계 온도 이하에서 전기 저항이 0이 되는 현상이다. 초전도 현상을 나타내는 물질을 초전도체라고 한다. 초전도체는 임계 온도 이하에서 자석 위에 떠 있을 수 있다.

- 6** ㄱ, ㄴ, ㄷ. 임계 온도 이하에서 전기 저항이 0이 되는 초전도체는 강한 자기장을 만들 수 있어 자기 공명 영상 장치(MRI), 인공 핵융합 장치 등에 이용되고, 전류가 흘러도 열이 발생하지 않아 슈퍼컴퓨터의 회로에 이용된다.  
 ㄷ. 네오디뮴 자석은 철 원자 사이에 네오디뮴과 붕소를 첨가하여 철 원자의 자기장 방향이 흐트러지지 않도록 만든 강한 자석으로 초전도체의 이용 분야가 아니다.

- 7** 그래핀과 탄소 나노 튜브는 열을 잘 전달하고 전기 전도성이 좋은 특징이 있지만, 대량 생산이 어렵고 생산 비용이 많이 드는 등의 단점이 있다.

## 내신 안정 문제

93~96 쪽

- 01 ②    02 ③    03 ④    04 ⑤    05 ④    06 ③  
 07 ③    08 ⑤    09 ④    10 ③    11 B, D    12 ⑤  
 13 ⑤    14 ③    15 ⑤    16 ③    17 ⑤    18 ④  
 19 해설 참조    20 해설 참조    21 해설 참조

- 01** 도체인 구리는 전류가 흐르는 전선에 이용되고, 절연체인 고무는 전류가 흐르지 않아야 할 전선 피복에 이용된다. 규소는 반도체의 원료로 이용되며, 다이오드는 반도체를 이용해 만든 전기 소자이다.

- 02** ㄱ. 액정에 전압을 가하면 액정 분자가 일정한 방향으로 나란하게 정렬되고, 전압을 가하지 않으면 분자의 배열이 꼬인다.  
 ㄴ. 액정은 고체와 액체의 성질을 함께 가지는 물질이다.

- 바로알기** ㄷ. 액정을 이용한 영상 표시 장치(LCD)는 스스로 빛을 내지 못하므로 여러 개의 형광등이나 LED를 광원으로 사용한다. LCD는 별도의 배경 광원이 있을 때, 액정에 전압을 가하지 않으면 빛이 통과하고, 전압을 가하면 빛이 차단되는 성질을 이용하여 화면을 표시하는 장치이다.

- 03** ㄱ. 발광 다이오드(LED)는 각종 영상 표시 장치, 조명 장치 등에 이용된다.

- ㄷ. 발광 다이오드(LED)는 전류가 흐를 때 빛을 방출하는 전기 소자로 결합하는 원소의 종류에 따라 방출하는 빛의 색이 다르다. 갈륨(Ga)-비소(As)-인(P)을 결합하면 빨간색 LED를 만들 수 있고, 갈륨(Ga)-인(P)을 결합하여 초록색 LED를, 갈륨(Ga)-질소(N)를 결합하여 파란색 LED를 만들 수 있다.

- 바로알기** ㄴ. 약한 전류 신호를 크게 하는 증폭 작용을 하는 반도체 소자는 트랜지스터이다.

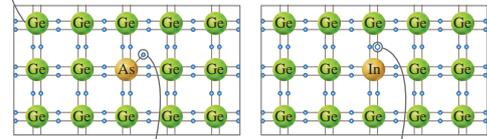
- 04** ㄱ. (가)의 유기 발광 다이오드(OLED)는 전류가 흐를 때 빛을 방출하는 유기물의 얇은 필름으로 만든 다이오드로, 휘어지는 디스플레이에 이용된다.

- ㄴ. (나)는 원자가 전자가 3개인 원소를 도핑한 p형 반도체와 원자가 전자가 5개인 원소를 도핑한 n형 반도체를 결합하여 만든 반도체 소자로, p-n 접합 다이오드이다. 다이오드는 한쪽 방향으로만 전류가 흐르는 특성이 있어 교류를 직류로 바꾸는 정류 작용에 이용된다.

- ㄷ. (다)의 트랜지스터는 증폭 작용이나 스위치 작용을 하는 반도체 소자로 전자 장치의 성능 향상과 소형화에 이용된다.

## 05 품공 문제 분석

저마늄(Ge)은 원자가 전자가 4개인 원소이다. 순수한 저마늄 결정은 각각 이웃한 4개의 전자와 공유 결합을 한다.



비소(As)가 도핑된 곳에 공유 결합에 참여하지 않은 전자 1개가 있다. → 공유 결합에 참여하지 않은 전자가 쉽게 자유 전자가 될 수 있어 전기 전도성이 좋다.(n형 반도체)  
 인듐(In)이 도핑된 곳에 공유 결합할 전자 1개가 부족해 양공이 있다. → 양공이 전하 나르개 역할을 하여 전기 전도성이 좋다.(p형 반도체)

ㄱ. 비소(As)는 15족 원소로 원자가 전자가 5개인 원소이다. (가)에서 비소(As)는 4개의 전자가 공유 결합에 참여하고 1개의 전자가 남는다.

ㄷ. (가)와 (나)를 접합하여 만든 p-n 접합 다이오드는 전류를 한쪽 방향으로만 흐르게 하는 정류 작용을 한다.

**바로알기** ㄴ. (나)는 원자가 전자가 3개인 인듐(In)을 도핑한 p형 반도체로, 양공이 전하 나르개 역할을 한다.

06 ㄱ, ㄴ. p-n 접합 다이오드는 한쪽 방향으로만 전류가 흐르는 특성이 있어 교류를 직류로 바꾸는 정류 작용에 이용된다.

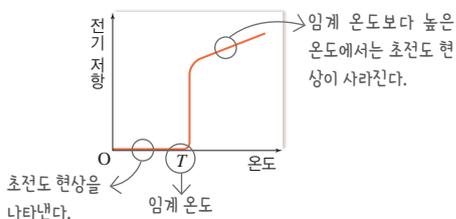
**바로알기** ㄷ. p형 반도체를 전원의 (-)극에, n형 반도체를 전원의 (+)극에 연결하여 역방향 전압을 걸면 다이오드에 전류가 흐르지 않는다. p형 반도체를 전원의 (+)극에, n형 반도체를 전원의 (-)극에 연결하는 순방향 전압을 걸어야 다이오드에 전류가 흐른다.

07 ① 철, 니켈, 코발트는 자석에 잘 달라붙으며, 강한 자기장 속에 놓아두면 외부 자기장을 제거해도 오랫동안 자석의 성질을 유지하므로 자석이 될 수 있는 물질이다.

② 철, 구리, 알루미늄 등과 같이 전기 저항이 작아 전류가 잘 흐르는 물질은 도체이다. 도체는 전류가 흘러야 하는 전선 등에 이용된다.

**바로알기** ③ 임계 온도 이하에서 초전도 현상이 나타나는 물질을 초전도체라고 한다. 모든 물질이 초전도체인 것은 아니다.

## 08 품공 문제 분석



물질의 온도에 따른 전기 저항을 나타내는 그래프에서  $T$  이하의 온도에서 전기 저항이 0이 되는 것으로 보아 이 물질은 초전도체이다.

ㄱ. 초전도체는  $T$  이하의 온도에서 전기 저항이 0이 되는 초전도 현상이 나타난다.

ㄴ, ㄷ. 초전도체는  $T$  이하의 온도에서 전기 저항이 0이 되므로 전류가 흐르더라도 열이 발생하지 않는다. 따라서 초전도체를 이용하면 전력 손실 없이 강한 전류를 흐르게 하여 매우 강한 자기장을 만들 수 있다.

## 09 품공 문제 분석

자석이 초전도체 위에 떠 있는 현상을 마이스너 효과라고 한다. → 초전도체의 온도가 임계 온도 이하이다.

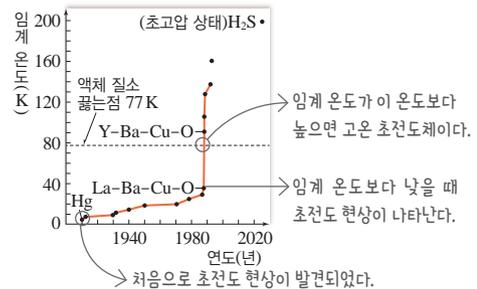


ㄱ. 초전도 상태일 때 초전도체 위에 자석을 놓으면 초전도체가 자석이 만드는 자기장을 밀어내어 자석이 초전도체 위에 떠 있게 되는데, 이러한 현상을 마이스너 효과라고 한다.

ㄴ. 초전도체가 자석이 만드는 자기장을 밀어내는 현상은 자기 부상 열차에 이용된다.

**바로알기** ㄷ. 초전도체는 임계 온도 이하에서 전기 저항이 0이 된다.

## 10 품공 문제 분석



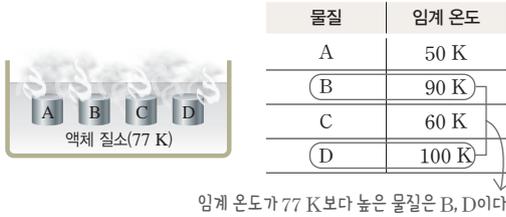
ㄱ. 1911년 오너스가 극저온에서 금속의 전기 저항을 측정하는 실험을 하던 중 약 4 K에서 수은(Hg)의 전기 저항이 0이 되는 현상, 즉 초전도 현상을 처음 발견하였다.

ㄴ. Y-Ba-Cu-O 화합물은 임계 온도가 액체 질소의 끓는점인 77 K보다 높으므로 고온 초전도체에 해당한다.

**바로알기** ㄷ. La-Ba-Cu-O 화합물은 임계 온도가 77 K보다 낮다. 따라서 77 K의 액체 질소 속에서 초전도 현상을 나타내지 않는다.

### 11 공공 문제 분석

초전도체는 임계 온도 이하에서 초전도 현상을 나타낸다. 액체 질소의 온도인 77 K보다 임계 온도가 높은 물질만 초전도 현상을 나타낼 수 있다.



초전도체는 임계 온도 이하에서 초전도 현상을 나타내고 초전도 상태인 물질은 마이스너 효과를 나타낸다. 따라서 마이스너 효과를 나타낼 수 있는 물질은 임계 온도가 액체 질소의 온도 77 K보다 높은 B와 D이다.

12 철 원자 사이에 네오디뮴과 붕소를 첨가하여 철 원자의 자기장 방향이 흐트러지지 않도록 만든 신소재는 네오디뮴 자석이다. 네오디뮴 자석은 매우 강력한 자석으로, 하드 디스크의 헤드를 움직이는 장치, 고풍력 소형 스피커, 강력 모터 등에 이용된다.

13 ㄱ. 나노(nano)는  $10^{-9}$ 을 의미하는 접두어이며, 1 nm는  $10^{-9}$  m이다.

ㄴ. 나노 기술은 나노미터 수준의 매우 작은 크기의 물질을 합성, 조립, 제어하여 특유의 기능을 갖도록 구조를 만들고 이를 응용하는 기술을 말한다.

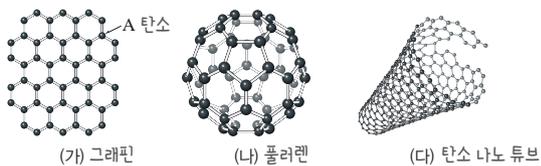
ㄷ. 그래핀과 탄소 나노 튜브는 탄소 원자의 결합 구조를 변화시키는 나노 기술을 이용하여 만든 신소재이다.

14 ㄱ. 그래핀은 열을 잘 전달하고 전기 전도성이 좋으며, 투명하다. 또 강도가 매우 높고 잘 휘어진다.

ㄷ. 그래핀은 휘어지는 디스플레이, 의복형 컴퓨터, 야간 투시용 콘택트렌즈, 차세대 반도체 소재, 초경량 고강도 소재, 해수를 담수로 바꾸는 필터, 에너지 전극 소재 등에 이용된다.

**바로알기** ㄴ. 그래핀은 대량 생산이 어렵고 생산 비용이 많이 들며 제품의 수송과 저장이 어렵다.

### 15 공공 문제 분석



그래핀, 풀러렌, 탄소 나노 튜브는 모두 탄소로 이루어진 탄소 동소체이다.

ㄱ. 그래핀(가)에서 공유 결합을 이루고 있는 A는 탄소이다.

ㄴ. (가)는 그래핀, (나)는 풀러렌, (다)는 탄소 나노 튜브이다.

ㄷ. 탄소 나노 튜브(다)는 첨단 현미경의 탐침, 나노 핀셋, 금속이나 세라믹과 섞어 강도를 높인 복합 재료 등에 이용된다.

16 ③ 갈고리 구조를 가진 도꼬마리 열매를 모방하여 벨크로 테이프를 만들었다.

**바로알기** ① 미세한 돌기와 기름 성분이 있어 물방울이 흘러내리는 연잎의 표면을 모방하여 방수 코팅제를 개발하였다.

② 상어의 피부에 있는 특수한 모양의 비늘들이 물과의 저항력을 줄이는 것을 모방하여 전신 수영복을 만들었다.

④ 색소가 없이 빛의 간섭에 의해 색을 내는 모르포 나비 날개를 모방하여 모르포텍스 섬유를 만들었다.

⑤ 박쥐가 초음파를 이용하여 장애물을 감지하는 것을 모방하여 초음파를 이용해 장애물을 피해가는 로봇 청소기를 개발하였다.

17 ㄱ. 도마뱀붙이 발바닥(가)에 나 있는 미세 섬모를 모방하여 붙였다 떼어내기를 반복할 수 있는 게코 테이프를 개발하였다.

ㄴ. 홍합의 족사(나)를 모방하여 물속에서도 사용할 수 있는 수중 접착제를 개발하였다.

ㄷ. 도마뱀붙이의 발바닥(가)과 홍합의 족사(나)의 구조를 모방하여 물속에서도 붙였다 떼어내기를 반복할 수 있는 접착테이프를 개발할 수 있었다.

18 그래핀이 나선형으로 말려 있는 구조를 이루고 있는 물질(가)는 탄소 나노 튜브이다. 모양을 변형해도 가열하면 원래 모양으로 되돌아오는 성질이 있어 휘어져도 복원되는 안경테, 치아 교정용 보철기 등에 이용되는 (나)는 형상 기억 합금이다. 임계 온도 이하에서 전기 저항이 0이 되어 전류가 흐르더라도 열이 발생하지 않아 전력 손실이 없는 (다)는 초전도체이다.

19 **모범 답안** 초전도체는 (가)와 같이 임계 온도 이하에서 전기 저항이 0이 되는 특성이 있다. 임계 온도 이하에서 초전도체는 외부 자기장을 밀어내는 특성이 있어 (나)와 같이 마이스너 효과가 나타난다.

채점 기준	배점
초전도체의 전기적 특성과 자기적 특성을 모두 옳게 서술한 경우	100 %
두 가지 특성 중 한 가지만 옳게 서술한 경우	50 %

20 **모범 답안** (1) 그래핀

(2) 탄소

(3) 열을 잘 전달한다. 강도가 매우 높다. 잘 휘어진다. 투명하다. 등

채점 기준	배점
(1) 그래핀이라고 옳게 쓴 경우	20 %
(2) 탄소라고 옳게 쓴 경우	20 %
(3) 장점을 두 가지 모두 옳게 서술한 경우	60 %
장점을 한 가지만 옳게 서술한 경우	30 %

21 모범 답안

생물	특성	신소재
홍합	접착 단백질을 분비하여 젖은 표면에 잘 붙어 있다.	수중 접착제
연잎	표면에 미세한 돌기와 기름 성분이 있어 물방울이 흘러내린다.	방수 코팅제
도꼬마리 열매	갈고리 구조를 가지고 있어 옷이나 동물의 털에 잘 달라붙는다.	벨크로 테이프

채점 기준	배점
생물, 특성, 신소재를 모두 옳게 서술한 경우	100 %
세 가지 중 두 가지만 옳게 서술한 경우	60 %
세 가지 중 한 가지만 옳게 서술한 경우	30 %

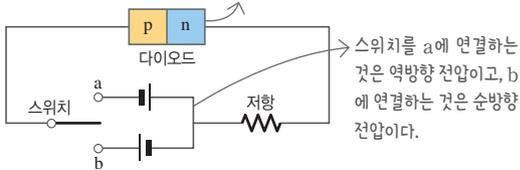
실력 UP 문제

97쪽

01 ② 02 ④ 03 ③ 04 ③

01 품공 문제 분석

다이오드는 순방향 전압이 걸릴 때 전류가 흐르고, 역방향 전압이 걸릴 때 전류가 흐르지 않는다. ⇒ p형 반도체에 전원의 (+)극을, n형 반도체에 전원의 (-)극을 연결하는 경우가 순방향 전압이다.



ㄷ. 다이오드의 p형 반도체는 원자가 전자가 4개인 규소(Si)에 원자가 전자가 3개인 갈륨(Ga)을 도핑하여 만들 수 있다.

바로알기 ㄱ. 스위치를 a에 연결하면 역방향 전압이 걸리므로 저항에 전류가 흐르지 않는다.

ㄴ. 스위치를 b에 연결하면 다이오드에 순방향 전압이 걸린다.

02 품공 문제 분석

액정 디스플레이(LCD)는 편광축이 수직인 두 편광판 사이에 액정을 채워 넣은 구조이다. 전압을 가하지 않을 때 위쪽 편광판을 통과한 빛이 액정을 통과하면서 진동 방향이 뒤틀려 아래쪽 편광판을 통과할 수 있다.

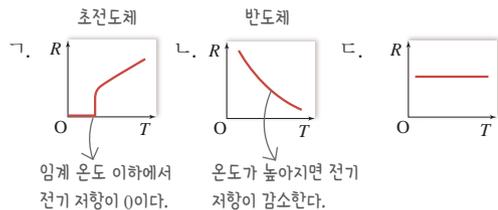


ㄱ. 빛이 액정 디스플레이(LCD)를 투과하는 경우는 전압을 가하지 않을 때이고, 빛이 투과하지 않는 경우는 전압을 가할 때이다. (가)에서 빛이 LCD를 투과하므로 (가)는 액정에 전압을 가하지 않은 상황이다.

ㄷ. LCD는 액정에 가하는 전압의 세기를 변화시켜 빛의 투과량을 조절하는 원리를 이용해 영상을 표시한다.

바로알기 ㄴ. 두 편광판의 편광축이 수직이므로 위쪽 편광판을 통과한 빛의 진동 방향이 편광판 사이에서 뒤틀리면 아래쪽 편광판을 투과하고, 진동 방향이 뒤틀리지 않으면 아래쪽 편광판을 투과하지 못한다. (나)에서 빛이 아래쪽 편광판을 투과하지 못하는 것으로 보아, (나)에서는 편광판 사이에서 빛의 진동 방향이 뒤틀리지 않는다.

03 품공 문제 분석



반도체는 온도가 높아지면 전기 저항이 감소하는 성질이 있으므로 반도체의 온도에 따른 전기 저항 변화 그래프는 ㄴ이다.

초전도체는 임계 온도 이하에서 전기 저항이 0이 되므로 초전도체의 온도에 따른 전기 저항 변화 그래프는 ㄱ이다.

04 품공 문제 분석



(가)에서 마이스너 효과가 나타나는 것으로 보아, 이 신소재는 초전도체이다. 초전도체는 임계 온도 이하에서 전기 저항이 0이 되는 초전도 현상이 나타나며, 자기장을 밀어내는 성질이 있다.

(나)는 초전도체로 만든 전자석에 센 전류를 흘려 만든 강한 자기장으로 인해 내부의 영상을 얻는 장치인 자기 공명 영상 장치(MRI)이다.

ㄱ. 초전도체는 임계 온도 이하에서 초전도 현상을 나타낸다.

ㄷ. (나)에서 코일의 온도가 임계 온도보다 낮을 때 코일은 초전도 현상을 나타내므로 전기 저항이 0이다. 따라서 코일에 전류가 흘러도 열이 발생하지 않는다.

바로알기 ㄴ. (가)에서 신소재 위에 자석이 떠 있으므로 신소재는 초전도 상태이다. 따라서 신소재의 온도는 임계 온도 이하이다.

## 중단원 핵심 정리

98~99쪽

- ① 산소    ② 산소    ③ 철    ④ 규산염 사면체    ⑤ 탄소
- 화합물    ⑥ 단백질    ⑦ 핵산    ⑧ 포도당    ⑨ 20
- ⑩ 펩타이드    ⑪ 폴리펩타이드    ⑫ 입체 구조    ⑬ 배열 순서
- ⑭ 1:1:1    ⑮ 인산    ⑯ 디옥시리보스    ⑰ T    ⑱ U
- ⑲ 이중 나선    ⑳ 타이민(T)    ㉑ 사이토신(C)    ㉒ 상보
- ㉓ LCD    ㉔ 발광 다이오드    ㉕ 태양 전지    ㉖ 임계 온도
- ㉗ 탄소    ㉘ 생체 모방    ㉙ 홍합

## 중단원 마무리 문제

100~104쪽

- 01 ④    02 ④    03 해설 참조    04 ②    05 해설 참조
- 06 ③    07 ④    08 ①    09 ⑤    10 해설 참조    11 ②
- 12 ③    13 ④    14 해설 참조    15 ④    16 ③    17 ②
- 18 ④    19 ㉗, ㉘, ㉙, ㉚, ㉛    20 ㉗ 디옥시리보스, ㉘ A, G, C, U, ㉙ 유전 정보 저장    21 해설 참조    22 ④    23 ②
- 24 ②    25 해설 참조    26 ④    27 ③

**01** A, B: 지각을 구성하는 원소는 산소>규소>알루미늄>철 등의 순으로 많으므로, A는 산소이고, B는 규소이다.

C: 대기를 구성하는 원소는 질소>산소>아르곤 등의 순으로 많으므로, C는 질소이다.

D: 해양을 구성하는 원소는 산소>수소>염소 등의 순으로 많으므로, D는 산소이다.

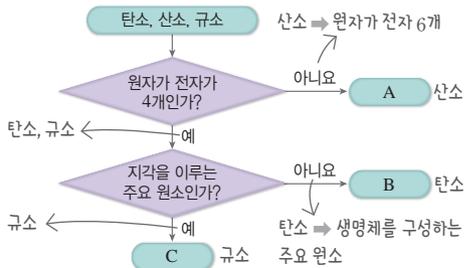
ㄱ. 생명체를 구성하는 원소를 질량비가 큰 것부터 나열하면, 산소>탄소>수소 등이다. 따라서 산소(A)는 생명체에서도 가장 많은 양을 차지한다.

ㄴ. 산소(A)와 규소(B)가 결합하여 형성된 규산염 광물이 지각을 이루는 광물의 대부분(약 92%)을 차지한다.

ㄷ. 지각과 해양에는 공통적으로 산소(A, D)가 가장 많다.

**바로알기** ㄷ. 산소(A, D), 규소(B), 질소(C)는 모두 철보다 가벼운 원소이므로 별 내부의 핵융합 반응으로 생성되었다. 빅뱅 우주 탄생 초기에 생성된 원소는 수소, 헬륨이다.

## 02 품공 문제 분석



A: 탄소와 규소는 원자가 전자가 4개이고, 산소는 원자가 전자가 6개이므로 A는 산소이다.

B, C: C는 지각을 이루는 주요 원소이므로 규소이고, B는 생명체를 구성하는 주요 원소인 탄소이다.

ㄱ. 사람을 이루는 원소 중 가장 많은 것은 산소(A)이다.

ㄴ. 탄소(B)는 다른 탄소와 결합하여 사슬 모양, 가지 모양, 고리 모양 등 다양한 기본 골격을 형성할 수 있다.

ㄷ. 탄소(B)와 규소(C)는 모두 원자가 전자가 4개이므로 주기율표에서 14족 원소이다.

**바로알기** ㄷ. 1개의 규소(C) 원자 주위에 4개의 산소(A) 원자가 결합된 규산염 사면체는 -4의 음전하를 띤다.

**03** 지각은 암석으로, 암석은 광물로 이루어져 있으며, 규산염 광물이 광물의 대부분을 차지한다. 규산염 광물은 1개의 규소와 4개의 산소로 이루어진 규산염 사면체를 기본 구조로 하여 형성된 광물이다. 따라서 지각에는 산소와 규소가 많은 비율을 차지한다.

**모범 답안** 지각을 구성하는 암석은 대부분 규산염 광물로 이루어져 있고, 규산염 광물을 구성하는 주요 원소는 산소와 규소이기 때문이다.

채점 기준	배점
지각을 이루는 광물의 대부분이 규산염 광물임을 제시하고, 산소와 규소가 많은 까닭을 옳게 서술한 경우	100%
규산염 광물만 옳게 제시한 경우	60%

**04** 규산염 사면체는 규소 1개를 중심으로 산소 4개가 결합한 구조이다. 따라서 A는 규소, B는 산소이다.

ㄴ. 규산염 사면체는 규소(A)와 산소(B)의 공유 결합으로 이루어진 구조이다.

**바로알기** ㄱ. 규소(A)는 14족 원소이므로 원자가 전자가 4개이다. 따라서 최대 4개의 원자와 결합을 할 수 있다.

ㄷ. 규산염 사면체는 모든 규산염 광물의 기본 구조를 이룬다. 생명체의 기본 골격을 이루는 것은 탄소 화합물이다.

**05** A는 전자가 6개이므로 양성자수가 6이고, 원자 번호가 6인 탄소이다. B는 전자가 14개이므로 양성자수가 14이고, 원자 번호가 14인 규소이다. 탄소와 규소는 주기율표의 14족 원소로, 원자가 전자가 4개이기 때문에 최대 4개의 원자와 결합을 할 수 있다.

**모범 답안** (1) A: 탄소, B: 규소.

(2) 탄소(A)와 규소(B)는 원자가 전자가 4개이기 때문에 최대 4개의 원자와 공유 결합을 할 수 있다.

채점 기준	배점
(1) A와 B를 옳게 쓴 경우	50%
(2) A와 B에서 최대로 결합할 수 있는 공유 결합의 수를 원자가 전자 수와 관련지어 옳게 서술한 경우	50%

**06** • 힘을 주면 쪼개짐이 나타나는 광물은 휘석, 각섬석, 흑운모이다. 휘석과 각섬석은 2방향으로 쪼개지고, 흑운모는 얇은 판모양(1방향)으로 쪼개진다.

• 규산염 사면체가 한 방향으로 길게 연결되어 단일 사슬 모양을 이루는 구조는 단사슬 구조이다. 단사슬 구조의 대표적인 광물로 휘석이 있다.

**07** ㄴ. 석영은 규산염 사면체를 이루는 4개의 산소 원자 모두를 인접한 규산염 사면체와 공유하여 망상 구조를 이룬다. 흑운모는 규산염 사면체를 이루는 4개의 산소 원자 중 3개를 공유하여 판상 구조를 이룬다. 규산염 사면체 사이에 공유 결합이 복잡할수록 결합을 끊기 위한 에너지가 많이 필요하다. 따라서 사면체 사이에 공유 결합 수가 많은 석영이 흑운모보다 풍화 작용에 강하다.

ㄷ. 석영은 규산염 사면체가 4개의 산소 원자를 모두 다른 규산염 사면체와 공유하므로 산소와 규소만으로 이루어져 있다.

**바로알기** ㄱ. 석영은 망상 구조이므로 모든 방향으로 결합력이 같아 깨짐이 발달하지만, 흑운모는 판상 구조이므로 결합력이 약한 면을 따라 쪼개짐이 발달한다.

**08** **꼼꼼 문제 분석**



(가) ㄱ. 규산염 사면체 하나가 독립적으로 결합하므로 독립형 구조이다.  
(나) ㄱ. 규산염 사면체가 양쪽의 산소를 공유하여 단일 사슬 모양으로 결합하므로 단사슬 구조이다.

**바로알기** ㄴ. 휘석은 (나) 단사슬 구조로, 감람석은 (가) 독립형 구조로 결합된 광물이다.

ㄷ. 결합 구조가 복잡할수록 공유하는 산소의 수는 많다. 따라서 공유하는 산소의 수는 (나) 단사슬 구조가 (가) 독립형 구조보다 많다.

**09** ㄱ, ㄴ. 탄소는 주기율표의 14족 원소이므로 원자가 전자가 4개이다. 따라서 1개의 탄소 원자에 최대 4개의 수소 원자가 공유 결합할 수 있다.

ㄷ. 탄소는 최대 4개의 원자와 결합이 가능하기 때문에 여러 종류의 원소와 결합하여 다양한 화합물을 만들 수 있다.

**10** 탄소는 다른 원자와도 결합이 가능하지만 탄소끼리도 다양한 형태로 결합이 가능하여 단일 결합, 2중 결합, 3중 결합을 할 수 있다. 따라서 탄소 화합물을 구성하는 주요 원소의 종류는 많지 않지만, 탄소 화합물의 종류는 매우 다양하다.

**모범 답안** (가)는 2중 결합, (나)는 3중 결합이다. 탄소와 탄소 사이에는 단일 결합뿐만 아니라 2중 결합, 3중 결합 등의 다양한 결합 방식이 가능하므로 많은 종류의 탄소 화합물이 만들어질 수 있다.

채점 기준	배점
(가)와 (나)의 결합 방식을 모두 옳게 쓰고, 다양한 탄소 화합물이 만들어질 수 있는 까닭을 옳게 서술한 경우	100 %
(가)와 (나)의 결합 방식만 옳게 쓴 경우	60 %
(가)와 (나)의 결합 방식 중 한 가지만 옳게 쓴 경우	30 %

**11** ㄷ. (가) 탄수화물, (나) 단백질, (다) 지질은 탄소를 기본 골격으로 여러 원소가 결합하여 만들어진 탄소 화합물이다.

**바로알기** ㄱ. 탄소는 단일 결합뿐만 아니라 2중 결합, 3중 결합을 하여 복잡한 구조의 탄소 화합물을 만들 수 있다.

ㄴ. 탄소 화합물은 (가)~(다) 외에도 포도당, 핵산 등 종류가 다양하다.

**12** 사람을 구성하는 물질 중 가장 많은 양을 차지하는 A는 물이다. B는 탄소 화합물 중 가장 많은 양을 차지하는 단백질이며, C는 지질이다.

③ 단백질(B)은 효소와 항체의 주성분이다.

**바로알기** ① 단백질(B)의 구성 원소는 탄소(C), 수소(H), 산소(O), 질소(N), 황(S)으로 탄소(C)가 있지만, 물(A)의 구성 원소는 수소(H)와 산소(O)로 탄소(C)가 없다.

② 물(A)은 비열이 커서 외부 온도 변화에 따라 체온이 쉽게 변하지 않으므로 체온 유지에 도움이 된다.

④ 유전 정보의 저장과 전달에 관여하는 물질은 핵산이다.

⑤ 생명체의 주요 에너지원으로 사용되는 물질은 탄수화물이다.

**13** **꼼꼼 문제 분석**

구분	㉠	㉡	㉢	특징(㉠~㉢)
핵산 A	×	○	○	• 단위체로 구성되어 있다. 핵산, 단백질, 탄수화물 → ㉢ • 구성 원소로 질소(N)를 포함한다. 핵산, 단백질 → ㉡ • 펩타이드 결합이 있다. 단백질 → ㉠
탄수화물 B	×	×	○	
단백질 C	○	○	○	

(○: 있음, ×: 없음)

(가) (나)

ㄱ. ㉠~㉢ 중 두 가지 특징만 있는 A는 핵산이다. 핵산의 단위체는 뉴클레오타이드로 인산, 당, 염기가 1 : 1 : 1로 결합되어 있으므로 핵산(A)에서 당과 염기의 비는 1 : 1이다.

ㄷ. 특징 ㉠~㉢이 모두 있는 C는 단백질이다. 단백질은 단위체인 아미노산이 펩타이드 결합으로 연결되어 형성되므로, 분해되면 아미노산이 생성된다.

**바로알기** ㄴ. ㉠~㉢ 중 한 가지 특징만 있는 B는 탄수화물이다. 헤모글로빈을 구성하는 성분은 단백질(C)이다.

14 (가)는 단백질에만 해당하는 특징이고, (나)는 DNA에만 해당하는 특징이다.

**모범 답안** (가) 단위체가 아미노산이다. 펩타이드 결합이 있다. 효소의 주성분이다. 등

(나) 이중 나선 구조이다. 염기로 타이민(T)이 있다. 당은 디옥시리보스이다. 등

채점 기준	배점
(가)와 (나)의 분류 기준을 모두 옳게 서술한 경우	100 %
(가)와 (나) 중 한 가지 분류 기준만 옳게 서술한 경우	50 %

15 단위체가 펩타이드 결합으로 연결되는 물질 X는 단백질이다.

ㄴ. 단백질의 단위체(㉠)인 아미노산은 20종류가 있다.

ㄷ. 단백질은 몸을 구성하는 주요 물질이다.

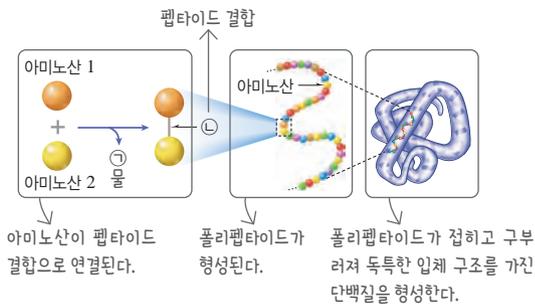
**바로알기** ㄱ. 물질 X는 단백질이다. 핵산의 단위체는 인산, 당, 염기로 구성된 뉴클레오타이드이다.

16 ㄱ. 한 아미노산의 카복실기의 탄소(C)와 다른 아미노산의 아미노기의 질소(N)가 연결되면서 펩타이드 결합(가)이 형성된다.

ㄴ. 두 아미노산 사이에서 펩타이드 결합이 형성될 때 물 한 분자가 빠져나온다.

**바로알기** ㄷ. 펩타이드 결합의 수는 '아미노산의 수-1'이다. 따라서 20개의 아미노산으로 구성된 폴리펩타이드는  $20 - 1 = 19$ 개의 펩타이드 결합이 있다.

### 17 공공 문제 분석



물질 X는 아미노산이 연결되어 형성되므로 단백질이다.

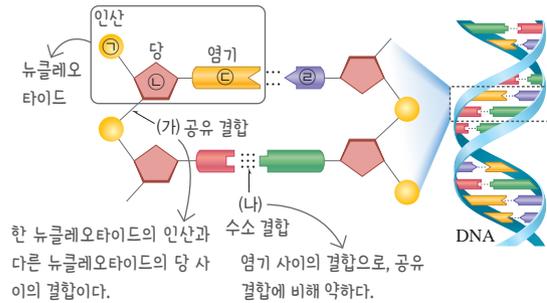
①, ③ 단백질은 아미노산이 연결되어 만들어지는데, 두 아미노산 사이에서 물(H<sub>2</sub>O) 한 분자가 빠져나오면서 펩타이드 결합(㉠)이 형성되고, 이러한 펩타이드 결합이 반복되어 폴리펩타이드가 형성된다.

④ 단백질은 입체 구조에 따라 그 기능이 결정된다.

⑤ 단백질의 종류는 아미노산의 종류와 수 및 배열 순서에 의해 결정된다.

**바로알기** ② 아미노산은 펩타이드 결합(㉠)으로 연결된다. 펩타이드 결합은 공유 결합이다.

### 18 공공 문제 분석



① DNA의 단위체는 인산(㉠)+당(㉡)+염기(㉢)로 이루어진 뉴클레오타이드이다.

② DNA를 구성하는 당(㉡)은 디옥시리보스이다.

③ 염기는 상보적으로 결합하므로 ㉢이 아데닌(A)이면 ㉣은 타이민(T)이다.

⑤ DNA 이중 나선 구조에서 상보적으로 결합하는 염기의 수는 같다.

**바로알기** ④ 두 뉴클레오타이드의 당과 인산을 연결하는 결합(가)은 공유 결합, 염기 사이의 결합(나)은 수소 결합이다.

19 DNA 이중 나선에서 상보적으로 결합하는 염기의 비율은 같으므로 A=T, G=C의 관계가 성립한다. 따라서 타이민(T)의 비율 ㉣은 아데닌(A)과 같은 23%이다. 구아닌(G)과 사이토신(C)을 합한 비율은  $100 - (23 + 23) = 54\%$ 인데, 구아닌(G)과 사이토신(C)의 비율이 같으므로 ㉠과 ㉡은 각각 27%이다.

### 20

구분	DNA	RNA
당	㉠ 디옥시리보스	리보스
염기	A, G, C, T	㉡ A, G, C, U
구조	이중 나선	단일 가닥
기능	㉢ 유전 정보 저장	유전 정보 전달

21 DNA를 구성하는 두 가닥의 폴리뉴클레오타이드는 안쪽을 향해 있는 염기 사이의 수소 결합에 의해 연결된다. 이때 A는 T과, G은 C과 상보적으로 결합하므로 이중 나선을 이루는 DNA의 한쪽 가닥의 염기 서열을 알면 상보적으로 결합하는 다른 쪽 가닥의 염기 서열도 알 수 있다.

**모범 답안** (1) ATGCTTCG

(2) DNA를 구성하는 두 가닥의 폴리뉴클레오타이드는 나선 안쪽을 향해 있는 염기 사이의 수소 결합으로 연결된다. 이때 A은 T과, G은 C과 상보적으로 결합한다.

채점 기준	배점
(1) 염기 서열을 옳게 쓴 경우	50 %
(2) 염기의 수소 결합과 상보결합을 모두 옳게 서술한 경우	50 %
염기의 수소 결합과 상보결합 중 한 가지만 옳게 서술한 경우	25 %

**22** ㄱ. 단백질의 단위체인 아미노산은 20종류가 있고, DNA의 단위체인 뉴클레오타이드는 4종류가 있다.

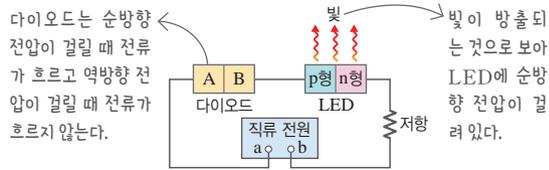
ㄷ. 단백질은 단위체의 배열 순서에 따라 독특한 입체 구조를 가지며, 단백질의 입체 구조에 따라 단백질의 기능이 결정된다. 따라서 단백질 단위체의 배열 순서는 단백질의 기능을 결정한다고 할 수 있다.

**바로알기** ㄴ. 단백질은 단위체의 배열 순서에 따라 입체 구조가 달라진다. 하지만 DNA는 단위체의 배열 순서가 달라도 입체 구조는 이중 나선으로 동일하며, 단위체의 배열 순서가 다르면 염기 서열이 달라져 저장하는 유전 정보가 달라진다.

**23** (가) 액정을 이용하여 영상을 표시하는 장치는 LCD(액정 디스플레이)이다.

(나) 전류가 흐를 때 빛을 방출하는 유기물의 얇은 필름으로 만든 발광 다이오드는 OLED(유기 발광 다이오드)이다.

**24** **꼼꼼 문제 분석**

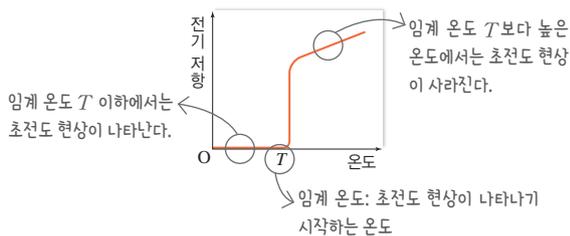


ㄴ. LED에서 빛이 방출되고 있으므로 다이오드와 LED 모두 순방향 전압이 걸린 상태이다. LED가 순방향 전압이려면 LED의 p형 반도체는 전원의 (+)극에, n형 반도체는 전원의 (-)극에 연결되어야 하므로, p형 반도체가 연결되어 있는 직류 전원의 a가 (+)극이다.

**바로알기** ㄱ. 다이오드에 순방향 전압이 걸려 있으므로 전원의 (+)극에 연결된 A는 p형 반도체이다.

ㄷ. LED도 다이오드와 마찬가지로 순방향 전압이 걸릴 때만 전류가 흐른다. LED의 좌우를 바꾸어 연결하면 LED에 역방향 전압이 걸려 전류가 흐르지 않으므로 빛이 방출되지 않는다.

**25** **꼼꼼 문제 분석**

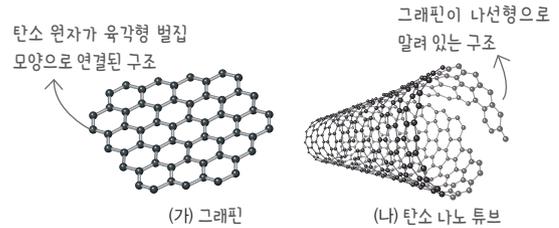


임계 온도 이하에서 전기 저항이 0이 되는 초전도 현상이 나타나는 물질이 초전도체이다.

**모범 답안** 물질의 온도가 임계 온도  $T$  이하가 되어야 한다.

채점 기준	배점
물질의 온도가 임계 온도 이하가 되어야 한다고 서술한 경우	100 %
임계 온도 이하라고만 서술한 경우	50 %

**26** **꼼꼼 문제 분석**



(가)는 탄소 원자가 육각형 벌집 모양의 구조를 이룬 그래핀이고, (나)는 그래핀이 나선형으로 말려 있는 구조의 탄소 나노 튜브이다.

**바로알기** ④ (가)와 (나) 모두 전기 전도성이 좋고 열을 잘 전달한다.

**27** ㄱ. 벨크로 테이프는 갈고리 구조가 있어 사람의 옷이나 동물의 털에 잘 달라붙는 도꼬마리의 열매를 모방하여 만든 신소재이다.

ㄷ. 모르포텍스 섬유는 빛의 간섭에 의해 색을 내는 모르포 나비의 날개를 모방하여 염료 없이 다양한 색을 낼 수 있도록 만든 섬유이다.

**바로알기** ㄴ. 의약품 생체 접착제는 수중 접착제와 함께 홍합이 정착 단백질을 분비하여 젖은 표면에 잘 붙어 있는 원리를 모방하여 만든 신소재이다.

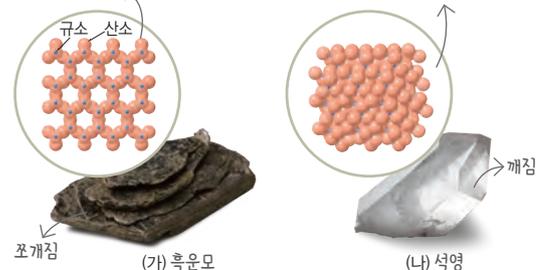
**중단원 고난도 문제**

105쪽

01 ① 02 ⑤ 03 ③

**01** **꼼꼼 문제 분석**

규산염 사면체가 산소 3개를 공유하여 공유한 판 모양으로 결합하고 있으므로 판상 구조이다.



**선택지 분석**

- ㉠ (가)의 결합 구조는 판상 구조, (나)의 결합 구조는 망상 구조이다.
- ✕ 규산염 사면체 간에 공유되는 산소의 수는 (가)가 (나)보다 많다. 적다
- ✕ (가)와 (나)는 모두 조개짐이 발달한다.  
(가는 조개짐, 나)는 깨짐이 발달한다

**전략적 풀이 ①** (가)와 (나)의 결합 구조와 광물을 파악한다.

ㄱ. (가)는 흑운모로, 판상 구조의 대표적인 광물이다. (나)는 석영으로, 망상 구조의 대표적인 광물이다.

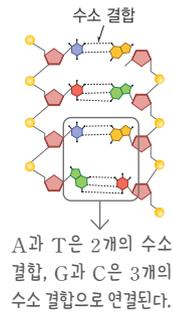
② 결합 구조가 복잡할수록 규산염 사면체 간 공유되는 산소의 수가 어떻게 달라지는지 파악한다.

ㄴ. 판상 구조는 규산염 사면체가 산소 3개를 공유하고, 망상 구조는 규산염 사면체가 산소 4개를 모두 공유하므로 규산염 사면체 간에 공유되는 산소의 수는 (나)가 (가)보다 많다.

③ (가)와 (나)의 결합 구조와 광물의 성질의 관계를 이해한다.

ㄷ. (가) 흑운모는 판상 구조이므로 힘을 주면 규산염 사면체의 결합력이 약한 면을 따라 조개짐이 발달한다. (나) 석영은 규산염 사면체의 결합력이 모든 방향에서 비슷하기 때문에 힘을 주면 방향성 없이 깨짐이 발달한다.

**02** **꼼꼼 문제 분석**



- (가)와 (나)는 각각 180개의 뉴클레오타이드로 구성되어 있다.  
→ (가)와 (나)에서 염기의 총 수는 각각 180이다.
- (가)에서 염기 수의 비는  $\frac{A+T}{G+C} = 2$ 이다.  
→ (가)에서 A는 60, T는 60, G는 30, C는 30이다.
- (나)에서 A의 수는 50이다.  
→ (나)에서 A는 50, T는 50, G는 40, C는 40이다.

**선택지 분석**

- ㉠  $\frac{A+G}{T+C}$ 의 값은 (가)와 (나)에서 같다. 60+40
- ㉡ (가)의 T의 수와 (나)의 G의 수를 합한 값은 100이다.
- ㉢ 염기 사이의 수소 결합의 수는 (가)보다 (나)에서 더 많다. 210      220

**전략적 풀이 ①** DNA 이중 나선에서 A는 T과, G는 C과 상보적으로 결합한다는 것을 이해한다.

ㄱ. DNA 이중 나선에서 A는 항상 T과 결합하고, G는 항상 C과 결합하므로 염기 수는 A=T, G=C의 관계가 성립한다. 따라서 이중 나선 DNA (가)와 (나)에서  $\frac{A+G}{T+C}$ 의 값은 1로 같다.

② 염기 수와 염기 수의 비를 이용하여 (가)와 (나)를 구성하는 각 염기의 수를 계산한다.

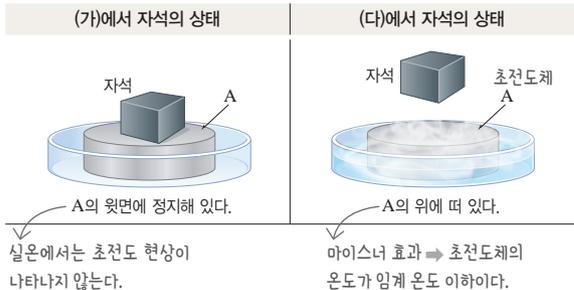
ㄴ. (가)에서 염기의 총 수는 180이고, (가)에서 염기 수의 비는  $\frac{A+T}{G+C} = 2$ 이므로 A+T의 수는  $180 \times \frac{2}{3} = 120$ 인데, A과 T의 수가 같으므로 A과 T의 수는 각각 60이다. G+C=180-120=60인데, G과 C의 수가 같으므로 G과 C의 수는 각각 30이다. (나)에서 A의 수가 50이므로 T의 수도 50이다. (나)에서 염기의 총 수는 180이므로 G+C=180-100=80인데, G과 C의 수가 같으므로 G과 C의 수는 각각 40이다. 따라서 (가)의 T의 수와 (나)의 G의 수의 합은 60+40=100이다.

③ A과 T는 2개의 수소 결합, G과 C는 3개의 수소 결합으로 연결된다는 것을 생각한다.

ㄷ. (가)와 (나)에서 염기의 총 수는 180으로 같지만 (가)보다 (나)에서 G+C의 수가 많으므로 염기 사이의 수소 결합의 수는 (가)보다 (나)에서 더 많다. 염기 사이의 수소 결합의 수는 (가)에서  $(60 \times 2) + (30 \times 3) = 210$ 이고, (나)에서  $(50 \times 2) + (40 \times 3) = 220$ 이다.

**03** **꼼꼼 문제 분석**

초전도체는 임계 온도 이하에서 전기 저항이 0이 되는 초전도 현상과 외부 자기장을 밀어내는 마이스너 효과가 나타난다.



**선택지 분석**

- ㉠ (다)에서 A는 초전도체이다.
- ㉡ (다)에서 A의 전기 저항은 0이다.
- ✕ (라)에서 자석은 더 높이 올라간다. 다시 아래로 떨어진다

**전략적 풀이 ①** (가)~(나) 과정에서 A의 온도 변화를 파악한다.

(가)에서 A의 온도는 실온이고, (나)의 과정을 거치면서 A의 온도는 임계 온도 이하로 내려간다.

② (다)에서 자석과 A 사이에 나타난 현상을 파악한다.

ㄱ. (다)에서 자석이 A 위에 떠 있는 마이스너 효과가 나타난 것으로 보아 A는 초전도체이다.

ㄴ. (다)에서 초전도 상태일 때 초전도체의 전기 저항은 0이다.

ㄷ. (라)에서 A의 온도가 임계 온도보다 높아지면 (가)에서처럼 초전도 현상이 나타나지 않아 자석은 아래로 떨어진다.

## 시스템과 상호 작용

### 1 역학적 시스템

#### 1 물체의 운동

##### 개념 확인 문제

110 쪽

- ① 이동 거리    ② 변위    ③ 속력    ④ 속도    ⑤ 가속도  
 ⑥ 알짜힘    ⑦ 알짜힘    ⑧ 질량

- 1 (1) × (2) ○ (3) ○ (4) ×      2 (1) 8 m (2) 2 m (3) 2 m/s  
 (4) 0.5 m/s    3 (가) 16 N (나) 8 m/s<sup>2</sup>    4 (가) ㄴ, ㄷ (나) ㄹ, ㅁ

- 1 (1) 변위는 물체의 위치 변화량으로 출발 위치에서 도착 위치까지의 직선거리와 방향을 나타낸다. 물체가 실제로 움직여 지나간 총 길이는 이동 거리이다.  
 (2) 속력은 빠르기를 나타내는 물리량으로, 단위시간 동안의 이동 거리이다.  
 (3) 속도는 물체의 운동 방향과 빠르기를 함께 나타내는 물리량으로, 단위시간 동안의 변위이다.  
 (4) 물체가 직선상을 운동할 때, 운동 방향이 변하지 않으면 이동거리와 변위의 크기는 같다. 그러나 물체가 운동 방향을 바꾸어 반대 방향으로 운동하는 경우에는 이동 거리가 변위의 크기보다 크다.

- 2 (1) 이동 거리는 물체가 실제로 움직인 총 거리이므로 5 m + 3 m = 8 m이다.  
 (2) 변위는 처음 위치에서 나중 위치까지의 직선거리와 방향이므로 오른쪽으로 2 m이다. 따라서 변위의 크기는 2 m이다.  
 (3) 평균 속력 =  $\frac{\text{이동 거리}}{\text{걸린 시간}} = \frac{8 \text{ m}}{4 \text{ s}} = 2 \text{ m/s}$ 이다.  
 (4) 평균 속도의 크기 =  $\frac{\text{변위의 크기}}{\text{걸린 시간}} = \frac{2 \text{ m}}{4 \text{ s}} = 0.5 \text{ m/s}$ 이다.

- 3 (가) 알짜힘은 물체에 여러 힘이 작용할 때 물체에 작용하는 모든 힘을 합한 것으로 방향이 있는 물리량이다. 오른쪽 방향을 (+)라고 하면 물체에 작용하는 알짜힘은 17 + 7 - 8 = 16(N)이므로 알짜힘의 크기는 16 N이다.  
 (나) 물체에 작용하는 알짜힘의 크기가 16 N이고 물체의 질량이 2 kg이므로 물체의 가속도의 크기는  $a = \frac{F}{m} = \frac{16 \text{ N}}{2 \text{ kg}} = 8 \text{ m/s}^2$ 이다.

- 4 ㄱ. 위치-시간 그래프의 기울기는 속도이다. 기울기가 0이므로 물체는 정지해 있다.  
 ㄴ. 위치-시간 그래프의 기울기는 속도이다. 기울기가 일정하므로 물체는 등속 직선 운동한다.  
 ㄷ. 속도-시간 그래프의 기울기는 가속도이다. 기울기가 0이므로 물체는 일정한 속도로 등속 직선 운동한다.  
 ㄹ. 속도-시간 그래프의 기울기는 가속도이다. 기울기가 일정하므로 물체는 등가속도 직선 운동을 한다.  
 ㅁ. 시간에 따라 가속도가 일정하므로 물체는 가속도가 일정한 등가속도 직선 운동을 한다.  
 ㅂ. 시간에 따라 가속도가 일정하게 증가하므로 물체는 가속도가 일정하게 증가하는 운동을 한다.

### 내신 '안정' 문제

111~112 쪽

- 01 ④    02 ③    03 ⑤    04 ④    05 ⑤    06 ⑤  
 07 ③    08 ③    09 ⑤    10 해설 참조    11 해설 참조

#### 01 품공 문제 분석

P에서 Q까지 다트의 운동 경로는 곡선이다.  
 ⇒ 이동 거리가 변위의 크기보다 크다.



- ㄴ. P에서 Q까지 다트는 곡선 경로를 따라 운동하므로 이동 거리는 변위의 크기보다 크다.  
 ㄷ. 다트의 이동 거리가 변위의 크기보다 크므로 평균 속력은 평균 속도의 크기보다 크다.  
**바로알기** ㄱ. P에서 Q까지 다트는 곡선 경로를 따라 운동하므로 운동 방향이 계속 변하는 운동을 한다.

- 02 ㄱ. P에서 Q까지 상호의 이동 거리는 상호가 실제로 움직인 총 거리이므로 280 m이고, 변위의 크기는 처음 위치에서 나중 위치까지의 직선거리이므로 120 m이다. 따라서 이동 거리는 변위의 크기보다 크다.

ㄷ. 평균 속도의 크기 =  $\frac{\text{변위의 크기}}{\text{걸린 시간}} = \frac{120 \text{ m}}{40 \text{ s}} = 3 \text{ m/s}$ 이다.

- 바로알기** ㄴ. 변위의 크기는 처음 위치에서 나중 위치까지의 직선거리이므로 120 m이다.

**03** ① 힘은 항상 두 물체 사이에 상호 작용 한다. 힘의 종류에는 중력, 전기력, 자기력, 탄성력, 마찰력, 부력 등이 있다.

② 힘은 물체의 모양이나 운동 상태를 변화시키는 원인이다.

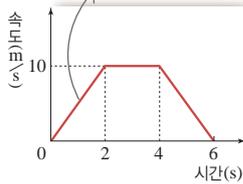
③ 물체에 여러 힘이 작용할 때 물체에 작용하는 모든 힘을 합한 것을 알짜힘이라고 한다.

④ 등속 직선 운동은 속력과 운동 방향이 모두 일정한 운동으로 가속도가 0이다. 물체가 등속 직선 운동하려면 물체에 작용하는 알짜힘이 0이어야 한다.

**바로알기** ⑤ 물체의 가속도는 물체에 작용하는 알짜힘에 비례하고, 물체의 질량에 반비례한다. 이를 가속도 법칙(뉴턴 운동 제2법칙)이라고 한다.

**04** **꼼꼼 문제 분석**

속도-시간 그래프의 기울기는 가속도이다.



속도-시간 그래프에서 그래프 아랫부분의 넓이는 변위이다.  
 → 직선 운동에서 운동 방향이 변하지 않는 경우 변위의 크기는 이동 거리와 같다.

ㄴ. 속도-시간 그래프에서 기울기는 가속도이므로 0~2초 동안 가속도의 크기는  $\frac{10}{2}=5(m/s^2)$ 이다.

ㄷ. 그래프에서 4~6초 동안 속도의 방향은 (+)방향이지만, 기울기가 (-)이므로 가속도의 방향은 (-)방향이다. 따라서 가속도의 방향은 운동 방향과 반대이다.

**바로알기** ㄱ. 그래프에서 0~2초 동안 운동 방향이 변하지 않으므로 변위의 크기는 이동 거리와 같다. 따라서 0~2초 동안 이동 거리는  $2 \times 10 \times \frac{1}{2} = 10(m)$ 이다.

**05** 물체의 가속도가 일정하고 직선 운동을 하므로 이 물체는 등가속도 직선 운동을 한다. 0초일 때 물체의 운동 방향을 (+)라고 하면, 가속도의 방향은 (-)이므로 가속도의 방향은 처음 운동 방향과 반대이다. 즉, 이 물체는 속도가 일정하게 감소하는 등가속도 직선 운동을 한다.

ㄱ. 등가속도 운동 식  $v=v_0+at$ 에 따라 2초일 때 물체의 속력은  $10+(-2) \times 2=6(m/s)$ 이다.

ㄴ. 가속도가  $-2 m/s^2$ 이므로 5초일 때 속도는  $10+(-2) \times 5=0$ 이 된다. 5초 이후에는 반대 방향으로 운동하므로, 이 물체는 5초일 때 운동 방향이 바뀐다.

ㄷ. 0초일 때 속도는 10 m/s이고, 10초일 때 속도는  $10+(-2) \times 10=-10(m/s)$ 이다. 따라서 0초일 때와 10초일 때의 속력은 10 m/s로 같다.

**06** **꼼꼼 문제 분석**



시간(s)	0	2	4	6	8
구간 거리(cm)		10	30	50	70
평균 속도(cm/s)		5	15	25	35
속도 변화량(cm/s)			10	10	10
가속도(cm/s <sup>2</sup> )			5	5	5

① 0~2초 동안 평균 속력은  $\frac{10 \text{ cm}}{2 \text{ s}}=5 \text{ cm/s}$ 이다.

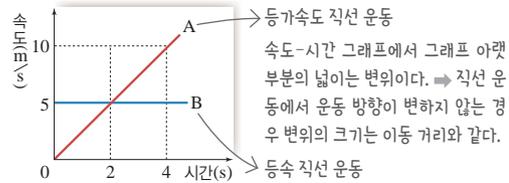
② 2~4초 구간의 평균 속력은 15 cm/s이고, 4~6초 구간의 평균 속력은 25 cm/s이므로 두 구간 사이의 속력 변화량은 10 cm/s이다.

③ 등가속도 직선 운동에서 평균 속력은 구간의 중간 시간에서의 속력과 같다. 2~4초 동안 평균 속력은 15 cm/s이므로 3초 순간의 속력은 15 cm/s이다.

④ 운동 방향을 (+)라고 하면 속도가 증가하므로 가속도의 방향도 (+)이다. 따라서 가속도의 방향은 운동 방향과 같다.

**바로알기** ⑤ 구간 시간을 2초라고 할 때 인접한 구간 사이의 속력 변화량은 10 cm/s로 일정하다. 따라서 자동차의 가속도의 크기는  $\frac{10 \text{ cm/s}}{2 \text{ s}}=5 \text{ cm/s}^2$ 이다.

**07** **꼼꼼 문제 분석**



ㄱ. A는 가속도가 일정하고 직선상에서 운동하므로 등가속도 직선 운동을 한다.

ㄴ. 0초부터 2초까지 A의 평균 속력은  $\frac{0+5 \text{ m/s}}{2}=2.5 \text{ m/s}$ 이고 B의 속력은 5 m/s로 일정하므로 평균 속력은 B가 A의 두 배이다.

**바로알기** ㄷ. 0초부터 4초까지 그래프 아랫부분의 넓이는 20 m로 A와 B가 같으므로 이동 거리는 A와 B가 서로 같다.

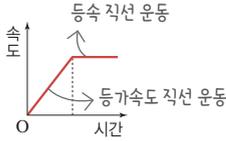
**08** ㄱ. 가속도의 크기는  $a=\frac{F}{m}=\frac{4 \text{ N}}{2 \text{ kg}}=2 \text{ m/s}^2$ 이다.

ㄴ. 물체는 2 m/s<sup>2</sup>의 일정한 가속도로 등가속도 직선 운동하고 처음 속도가 0이므로, 등가속도 운동 식  $v=v_0+at$ 에 따라 3초일 때 속력은  $0+2 \times 3=6(m/s)$ 이다.

**바로알기** **ㄷ.** 처음 속도가 0이므로 등가속도 운동 식  $s = v_0t + \frac{1}{2}at^2$

에서 0~5초 동안 물체의 이동 거리는  $s = \frac{1}{2}at^2 = \frac{1}{2} \times 2 \times 5^2 = 25(\text{m})$ 이다.

**09** **꼼꼼 문제 분석**



속도-시간 그래프의 기울기는 가속도이므로 이 물체는 일정한 가속도로 등가속도 직선 운동하다가 어느 시점부터 가속도가 0인 등속 직선 운동을 한다.

물체는 등가속도 직선 운동하다가 어느 시점부터 등속 직선 운동을 한다. 가속도 법칙(뉴턴 운동 제2법칙)  $F = ma$ 에 따라 같은 물체일 경우 물체의 가속도( $a$ )는 물체에 작용하는 알짜힘( $F$ )에 비례한다. 따라서 물체가 등가속도 직선 운동하려면 물체의 운동 방향과 나란한 방향으로 일정한 크기의 알짜힘이 작용해야 하고, 등속 직선 운동하려면 물체에 작용하는 알짜힘이 0이어야 한다. 따라서 물체에 작용하는 알짜힘이 일정한 크기로 유지되다가 어느 시점부터 0이 되는 ⑤번이 이 물체의 힘-시간 그래프로 가장 적절하다.

**10** 물체의 평균 속도는 구간 거리를 구간 시간으로 나눈 값이다. 1초부터 2초까지 물체의 위치가 10 m 이동했으므로 구간 거리는 10 m이다. 따라서 1초부터 2초까지 물체의 평균 속도는  $\frac{10 \text{ m}}{1 \text{ s}} = 10 \text{ m/s}$ 이므로 ㉠은 10이다.

물체의 가속도는 구간별 속도 변화량을 구간 시간으로 나눈 값이다. 물체의 속도 변화량이 5 m/s이므로, 물체의 가속도는  $\frac{5 \text{ m/s}}{1 \text{ s}} = 5 \text{ m/s}^2$ 이다. 따라서 ㉡은 5이다.

시간(s)	0	1	2	3	4
위치(m)	0	5	15	30	50
구간 거리(m)		5	10	15	20
평균 속도(m/s)		5	㉠=10	15	20
속도 변화량(m/s)			5	5	5
가속도(m/s <sup>2</sup> )			5	㉡=5	5

**모범 답안** (1) ㉠ 10, ㉡ 5

(2) 물체에 운동 방향과 나란한 방향으로 일정한 크기의 알짜힘이 작용하여 물체는 가속도가 일정한 등가속도 직선 운동을 한다.

채점 기준	배점
(1) ㉠과 ㉡을 모두 옳게 쓴 경우	40 %
두 가지 중 한 가지라도 틀리게 쓴 경우	0 %
(2) 단어를 모두 포함하여 옳게 서술한 경우	60 %
등가속도 운동을 한다라고만 서술한 경우	20 %

**11** **모범 답안** (1) 10 N

(2) 가속도의 크기  $a = \frac{F}{m} = \frac{10}{2} = 5(\text{m/s}^2)$ 이다.

(3) 등가속도 운동 식  $v = v_0 + at$ 에 따라 2초일 때 속력  $v = at = 5 \times 2 = 10(\text{m/s})$ 이다.

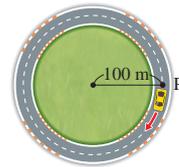
채점 기준	배점
(1) 10 N이라고 옳게 쓴 경우	20 %
(2) 계산 과정과 가속도의 크기를 모두 옳게 서술한 경우	40 %
5 m/s <sup>2</sup> 이라고만 쓴 경우	20 %
(3) 계산 과정과 속력을 모두 옳게 서술한 경우	40 %
10 m/s라고만 쓴 경우	20 %

**실력 UP 문제**

113쪽

01 ③ 02 ⑤ 03 ④ 04 ③

**01** **꼼꼼 문제 분석**



자동차가 원형 트랙을 한 바퀴 도는 데 10초 걸리므로 5초 동안 자동차는 원형 트랙을 반 바퀴 돈다. 자동차가 한 바퀴 도는 동안 이동 거리는 원의 둘레이고, 변위는 0이다.

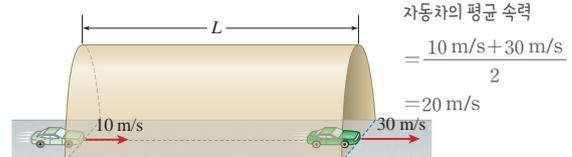
ㄱ. 자동차가 원형 트랙을 한 바퀴 도는 데 10초 걸리므로 5초 동안 자동차는 원형 트랙을 반 바퀴 지난다. 따라서 5초 동안 변위의 크기는 원형 트랙의 지름인 200 m이다.

ㄴ. 평균 속력은 이동 거리를 걸린 시간으로 나눈 값이다. 10초 동안 자동차는 원의 둘레인  $2 \times \pi \times 100 = 200\pi(\text{m})$ 를 이동한다. 따라서 10초 동안 자동차의 평균 속력은  $\frac{200\pi \text{ m}}{10 \text{ s}} = 20\pi \text{ m/s}$ 이다.

**바로알기** **ㄷ.** 평균 속도는 변위를 걸린 시간으로 나눈 값이다. P점을 통과한 후 5초 동안 자동차의 변위는 서쪽으로 200 m이므로 자동차의 평균 속도는 서쪽으로  $\frac{200 \text{ m}}{5 \text{ s}} = 40 \text{ m/s}$ 이다.

**02** **꼼꼼 문제 분석**

한 방향으로 등가속도 직선 운동하는 물체의 평균 속력은 처음 속력과 나중 속력의 중간 값과 같다.

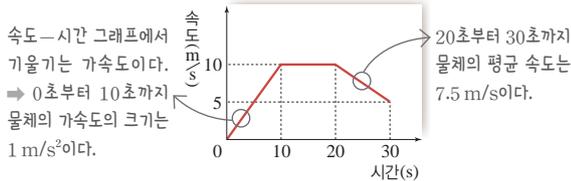


ㄱ. 자동차는 등가속도 직선 운동하므로 평균 속도 =  $\frac{10+30}{2}$   
= 20(m/s)이다.

ㄴ. 평균 속력이 20 m/s이고 터널을 통과하는 데 걸린 시간이 5초이므로 터널의 길이  $L=20 \times 5=100$ (m)이다.

ㄷ. 처음 속력이 10 m/s, 나중 속력이 30 m/s, 걸린 시간이 5초  
이므로 가속도의 크기는  $\frac{\text{속력 변화량}}{\text{걸린 시간}} = \frac{30-10}{5} = 4$ (m/s<sup>2</sup>)이다.

### 03 품공 문제 분석

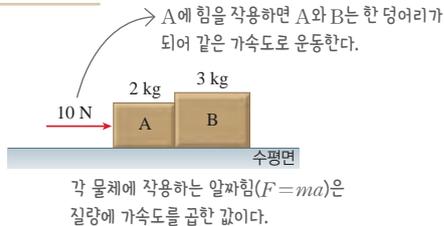


ㄱ. 0초부터 10초까지 물체의 가속도의 크기가 1 m/s<sup>2</sup>이므로 물체가 받은 알짜힘의 크기  $F=ma=2 \times 1=2$ (N)이다.

ㄷ. 그래프에서 기울기의 크기는 5초일 때가 25초일 때의 2배이므로 가속도의 크기도 5초일 때가 25초일 때의 2배이다. 가속도 법칙  $F=ma$ 에 따라 물체에 작용하는 알짜힘의 크기는 가속도의 크기에 비례하므로 5초일 때가 25초일 때의 2배이다.

**바로알기** ㄴ. 20초부터 30초까지 그래프의 기울기가 일정하므로 물체는 등가속도 직선 운동을 한다. 등가속도 직선 운동에서 평균 속도는 처음 속도와 나중 속도의 중간 값이므로 20초부터 30초까지 물체의 평균 속도는 7.5 m/s이다. 물체는 20초부터 30초까지 한 방향으로 직선 운동을 하므로 물체의 이동 거리는  $7.5 \times 10=75$ (m)이다.

### 04 품공 문제 분석



ㄱ. A에 작용하는 알짜힘이 일정하므로 A는 등가속도 직선 운동을 한다.

ㄴ. 한 덩어리가 된 물체의 질량이 5 kg이고, 물체에 작용한 힘이 10 N이므로 물체의 가속도  $a = \frac{10 \text{ N}}{5 \text{ kg}} = 2 \text{ m/s}^2$ 이다. 따라서 물체 B의 가속도의 크기는 2 m/s<sup>2</sup>이다.

**바로알기** ㄷ. 물체 A에 작용하는 알짜힘  $F=ma=2 \times 2=4$ (N)이다.

## 중력과 역학적 시스템

### 개념 확인 문제

117쪽

- ① 중력    ② 클수록    ③ 자유 낙하    ④ 등속 직선  
⑤ 등가속도    ⑥ 중력    ⑦ 생명

- 1 (1) ○ (2) × (3) ○    2 ㄱ, ㄴ    3 (1) ○ (2) × (3) ×  
4 ㉠ 중력, ㉡ 일정, ㉢ 등가속도    5 ㉠ 가까울수록, ㉡ 희박  
6 (1) ○ (2) ○ (3) × (4) ○

1 (2) 중력은 물체가 접촉해 있거나 떨어져 있어도 작용한다.  
(3) 물체의 무게는 물체에 작용하는 중력의 크기이므로, 무게가 1 N인 사과가 지구를 당기는 중력의 크기도 1 N이다.

2 ㄱ. 공기의 저항 없이 중력만 받아 낙하하는 운동을 자유 낙하 운동이라고 한다.

ㄴ. 지구 반지름(약 6400 km)에 비해 매우 작은 지표면의 수백 미터 높이 변화에서는 중력 가속도 값이 거의 차이가 없으므로 일정하다고 볼 수 있다. 따라서 지표면에서 자유 낙하 하는 물체는 속력이 일정하게 증가하는 등가속도 운동을 한다.

ㄷ. 공기 저항을 무시할 때 자유 낙하 하는 물체의 가속도는 중력 가속도로 일정하므로, 물체를 같은 높이에서 동시에 낙하시키면 질량에 관계없이 물체는 동시에 바닥에 떨어진다.

3 (2) 연직 방향으로서는 일정한 중력이 작용하므로 가속도가 일정한 등가속도 운동을 한다.

(3) 수평 방향으로 던진 물체에는 운동 방향과 나란하지 않은 방향으로 중력이 작용한다.

4 수평 방향으로 던진 물체는 수평 방향으로는 힘이 작용하지 않아 등속 직선 운동을 하고, 연직 방향으로서는 중력만 작용하므로 자유 낙하 운동과 같은 등가속도 운동을 한다.

5 중력의 크기는 지표면에 가까울수록 크다. 따라서 지표면과 가까울수록 공기의 밀도가 크고, 높은 곳으로 올라갈수록 공기의 밀도가 작아지므로 공기가 희박해진다.

6 (2) 지구에서 일어나는 밀물과 썰물 현상은 달과 태양의 중력에 의해 바닷물의 높이가 달라져서 생긴다.

(3) 중력이 작용하는 공간에서는 온도에 따라 밀도가 달라서 상대적으로 중력의 차이가 발생한다. 따라서 밀도가 작은 물질은 위로 올라가고 밀도가 큰 물질은 아래로 내려가는 방식으로 대류 현상이 일어난다.

(4) 사람 귓속의 전정 기관에서는 이석이 중력에 의해 움직이면서 몸의 평형 상태를 인식한다.

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

**01** 중력은 질량이 있는 모든 물체 사이에 상호 작용 하는 힘으로, 질량이 클수록, 두 물체 사이의 거리가 가까울수록 크다.

**바로알기** ④ 지표면에서 멀리 떨어져 있어도 중력이 작용한다.

**02** ㄱ. 중력의 크기는 물체의 질량이 클수록 크다.

ㄷ. 지표면에서 중력 가속도가  $g$ 일 때, 질량이  $m(\text{kg})$ 인 물체에 작용하는 중력의 크기는  $mg(\text{N})$ 이다. 따라서 질량이  $5 \text{ kg}$ 인 물체에 작용하는 중력의 크기는  $5 \text{ kg} \times 9.8 \text{ m/s}^2 = 49 \text{ N}$ 이다.

**바로알기** ㄴ. 중력의 크기는 물체 사이의 거리가 가까울수록 크므로 지표면에서 높은 곳으로 갈수록 작아진다.

**03** ㄱ. 두 물체 사이에 작용하는 중력의 크기는 서로 크기가 같고 방향이 반대이다.

ㄷ. 중력은 물체의 질량이 클수록 크므로  $m_1$ 이 커지면 두 물체 사이에 작용하는 중력의 크기가 커진다. 따라서  $F_2$ 도 커진다.

**바로알기** ㄴ.  $F_1$ 은 B가 A를 당기는 힘이다.

**04** **꼼꼼 문제 분석**



공이 아래로 내려가는 동안 공의 운동 방향과 같은 방향으로 일정한 크기의 중력이 작용한다.  
 → 공의 속도가 일정하게 증가하는 등가속도 운동을 한다.

ㄱ. 공은 자유 낙하 운동을 하므로 속도가 일정하게 증가하는 등가속도 운동을 한다.

**바로알기** ㄴ. 질량이 있는 모든 물체에는 중력이 작용한다. 지표면에서 중력은 공의 운동 상태에 관계없이 항상 일정하다.

ㄷ. 공이 운동하는 동안 공에 작용하는 힘은 중력이므로, 공이 손을 떠난 순간과 지표면에 도달하기 직전 공에 작용하는 중력의 방향은 연직 방향으로 서로 같다.

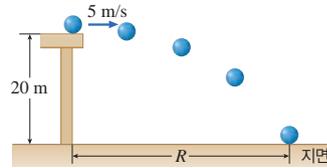
**05** ㄱ, ㄴ. 공기 저항을 무시할 때 자유 낙하 하는 물체의 가속도는 질량에 관계없이 중력 가속도  $9.8 \text{ m/s}^2$ 으로 같다. 따라서 가속도의 크기는 A와 B가 같고, 두 물체는 동시에 지표면에 도달한다.

**바로알기** ㄷ. 물체에 작용하는 중력의 크기는 질량에 비례한다. 따라서 질량이  $4 \text{ kg}$ 인 B에 작용하는 중력의 크기는 질량이  $2 \text{ kg}$ 인 A에 작용하는 중력의 크기보다 크다.

**06** **꼼꼼 문제 분석**

수평 방향으로 던진 공의 운동 분석

- 수평 방향: 힘이 작용하지 않는다. → 등속 직선 운동
- 연직 방향: 지구에 의한 중력이 작용한다. → 등가속도 운동



ㄱ. 수평 방향으로 던진 공에는 연직 방향으로 일정한 크기의 중력만 작용한다.

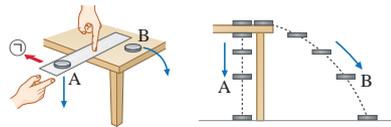
ㄷ. 공은 처음 속도가 0이고 연직 방향으로 등가속도 운동하므로 등가속도 운동 식  $s = v_0t + \frac{1}{2}at^2$ 에 따라  $20 = \frac{1}{2} \times 10 \times t^2$ 이므로  $t = 2$ 초이다. 따라서 공이 지표면에 도달할 때까지 걸린 시간은 2초이다.

**바로알기** ㄴ. 수평 방향으로서는 힘을 받지 않으므로 등속 직선 운동을 한다.

ㄹ. 공은 수평 방향으로  $5 \text{ m/s}$ 의 속도로 2초 동안 등속 직선 운동하므로 공이 지표면에 도달할 때까지 수평 방향으로 이동한 거리  $R = 5 \text{ m/s} \times 2 \text{ s} = 10 \text{ m}$ 이다.

**07** **꼼꼼 문제 분석**

두 동전은 같은 높이에서 동시에 운동을 시작한다. 자를 ① 방향으로 빠르게 치면 A는 자유 낙하 하고, B는 수평 방향으로 던진 물체와 같은 운동을 한다.



ㄱ. 같은 높이에서 동시에 운동을 시작한 A와 B는 연직 방향으로 같은 가속도로 운동하므로 동시에 바닥에 닿는다.

ㄴ. A는 자유 낙하 하므로 물체에 작용하는 중력의 방향과 운동 방향이 같다. 물체에 작용하는 중력의 크기와 방향이 일정하므로 물체의 가속도의 크기와 방향도 일정하다. 가속도는 시간에 따른 속도의 변화량을 나타내므로, 일정한 가속도로 운동하는 A의 연직 방향 속력은 일정하게 증가한다.

**바로알기** ㄷ. B가 받는 알짜힘은 연직 방향의 중력이므로 B의 운동 방향과 같지 않다.

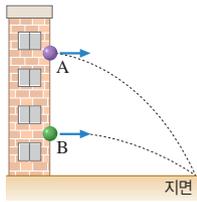
**08** ㄱ. 수평 방향 속도에 관계없이 각 공은 연직 방향으로 중력을 받으므로 연직 방향으로 자유 낙하 운동과 같은 가속도(중력 가속도)로 운동한다.

ㄴ. 수평 방향으로 던진 공의 수평 방향 속도가 빠를수록 더 멀리 날아가서 떨어진다.

**바로알기** ㄷ. 같은 높이에서 출발하였으므로 세 공이 바닥에 닿을 때까지 걸린 시간은 질량에 관계없이 같다.

**09** **공공 문제 분석**

수평으로 던진 두 물체 A, B는 수평 방향으로는 등속 직선 운동을 하고, 연직 방향으로는 등가속도 운동을 한다.



**운동 분석**  
 • 연직 방향: A와 B는 같은 가속도(중력 가속도)로 운동한다.  
 • 수평 방향: A와 B는 지면상의 같은 지점에 떨어졌으므로 수평 방향 이동 거리가 같다.

ㄱ. A와 B에는 연직 방향으로 중력만 작용하므로 두 물체는 연직 방향으로 등가속도 운동을 한다. 두 물체의 처음 속도는 0이므로 물체의 처음 높이를  $h$ 라고 하면 등가속도 운동 식에 따라  $h = \frac{1}{2}gt^2$ 이다. 두 물체의 가속도는 중력 가속도로 같고, A는 B보다 더 높은 층에서 던졌으므로 지면에 도달할 때까지 걸린 시간은 A가 B보다 길다.

**바로알기** ㄴ. A와 B는 수평 방향으로는 등속 직선 운동을 한다. A, B의 수평 방향 이동 거리가 같고, 등속 직선 운동에서 이동 거리 = 속력 × 시간이므로 낙하하는 데 더 긴 시간이 걸린 A의 수평 방향 속력이 더 작다.

ㄷ. B의 가속도의 방향은 중력의 방향과 같은 연직 방향이다. B는 포물선을 그리며 운동하므로 B의 운동 방향은 계속 변한다. 따라서 운동하는 동안 B의 가속도의 방향은 운동 방향과 같지 않다.

**10** ㄱ. 달은 지구 중력에 의해 지구의 영향을 벗어나지 못하고 지구 주위를 공전한다.

ㄴ. 물이 위에서 아래로 흐르거나 빗방울이 아래로 떨어지는 것은 중력 때문이다.

**바로알기** ㄷ. 식물의 뿌리는 중력의 영향을 받아 땅속을 향해 자라서 식물의 몸체를 지지한다.

**11** ㄱ. 물이 순환하여 구름이 형성되고 눈, 비 등 다양한 기상 현상이 일어나는 원인은 대류이다. 대류는 액체나 기체가 밀도 차에 의해 직접 이동하여 열을 전달하는 현상으로, 밀도에 따라 중력의 차이가 발생하기 때문에 일어난다. 무중력 상태에서는 대류가 일어나지 않으므로 기상 현상이 일어나기 어렵다.

**바로알기** ㄴ. 무중력 상태에서는 중력을 견딜 필요가 없으므로 동물의 근육과 골격이 약해진다.

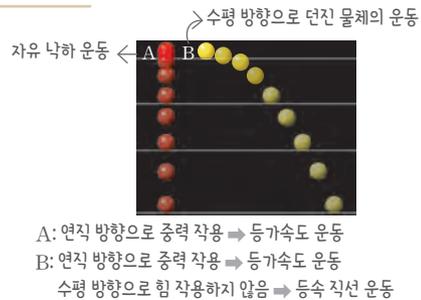
ㄷ. 무중력 상태에서는 대류가 일어나지 않으므로 양초의 불꽃 모양이 둥근 모양이 된다.

**12** 두 물체 사이의 중력은 질량이 클수록, 두 물체 사이의 거리가 가까울수록 크다.

**모범 답안** 두 물체 사이의 거리를 가깝게 하거나 질량이 더 큰 물체로 바꾼다.

채점 기준	배점
두 가지 모두 옳게 서술한 경우	100 %
한 가지만 옳게 서술한 경우	50 %

**13** **공공 문제 분석**



공기 저항을 무시할 때 지표면 근처에서 수평 방향으로 던진 물체의 경우 수평 방향으로는 등속 직선 운동을 하고, 연직 방향으로 자유 낙하 하는 물체와 같이 등가속도 운동을 한다.

**모범 답안** A는 연직 방향으로 등가속도 운동을 한다. B는 연직 방향으로 등가속도 운동을 하고, 수평 방향으로는 등속 직선 운동을 한다.

채점 기준	배점
A와 B의 운동을 모두 옳게 서술한 경우	100 %
A와 B의 운동 중 한 가지만 옳게 서술한 경우	50 %

**14** **모범 답안** 수소, 헬륨과 같은 가벼운 기체는 속력이 빨라 지구 중력을 벗어나 우주로 날아가 버리므로 지구 대기의 구성 성분에 거의 없다.

채점 기준	배점
지구 중력과 연관지어 옳게 서술한 경우	100 %
무게가 가볍거나 속력이 빠르기 때문이라고만 서술한 경우	50 %

01 ㄱ. 운동하는 동안 A와 B에 작용하는 중력의 크기는 각각 일정하다.

ㄴ. B는 연직 방향으로 A와 같은 등가속도 운동을 하므로 연직 방향 가속도는 A와 B가 서로 같다.

**바로알기** ㄷ. B는 수평 방향 속도에 관계없이 연직 방향으로는 A와 같은 등가속도 운동을 하므로 A와 지면에 동시에 떨어진다.

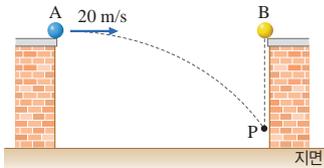
02 ㄱ. B가 A보다 수평 방향 이동 거리가 더 큰 것으로 보아 포탄을 쏜 속력은 B가 A보다 크다.

ㄷ. A, B, C에는 연직 방향으로 중력만 작용하므로, 운동하는 동안 세 포탄의 가속도의 크기는 중력 가속도로 모두 같다.

**바로알기** ㄴ. 지표면 근처의 질량이 있는 모든 물체는 지구 중력의 영향을 받는다. 따라서 운동하는 동안 C에도 중력이 작용한다.

### 03 꼼꼼 문제 분석

수평 방향으로 던진 물체 A는 수평 방향으로는 등속 직선 운동을 하고, 연직 방향으로는 등가속도 운동을 한다.  
물체 B는 자유 낙하 운동을 한다.



A, B가 P에서 충돌하므로 두 물체는 충돌할 때까지 걸린 시간과 연직 방향으로의 이동 거리가 같다.

ㄱ. A는 수평 방향으로는 등속 직선 운동을 하므로 두 탑 사이의 수평 거리는  $20 \text{ m/s} \times 1 \text{ s} = 20 \text{ m}$ 이다.

ㄴ. B는 자유 낙하 하므로 등가속도 운동을 한다. B의 처음 속력은 0이고, 1초 후 충돌하므로 등가속도 운동 식  $v = v_0 + at$ 에 따라 충돌 직전 B의 속력은  $0 + 10 \text{ m/s}^2 \times 1 \text{ s} = 10 \text{ m/s}$ 이다.

ㄷ. B의 가속도는 중력 가속도이므로 P까지의 거리를  $h$ 라고 하면 등가속도 운동 식  $h = \frac{1}{2}gt^2$ 에 따라  $h = \frac{1}{2} \times 10 \text{ m/s}^2 \times (1 \text{ s})^2 = 5 \text{ m}$ 이다.

**바로알기** ㄹ. A와 B는 연직 방향으로 같은 가속도로 운동하므로 A를 수평 방향으로 던지는 속력을 더 크게 해도 두 물체는 충돌한다. 따라서 A를 던지는 속력을 더 크게 하면 두 물체는 더 빨리 충돌한다.

04 ㄴ. 기린은 중력의 영향으로 혈액이 머리 끝까지 순환하기 어렵지만 심장이 크고 혈압이 높아 혈액 순환이 가능하다.

**바로알기** ㄱ. 밀물과 썰물은 태양과 달이 지구에 작용하는 중력에 의해 생기는 현상이다. 이때 지구와 더 가까이 있는 달의 영향력이 더 크다.

ㄷ. (가)는 중력이 지구 시스템에, (나)는 중력이 생명 시스템에 영향을 주는 것과 관련이 있다. 이처럼 중력은 지구 시스템과 생명 시스템에서 매우 중요하게 작용한다.

## 3 역학적 시스템과 안전

### 개념 확인 문제

125 쪽

- ① 관성 ② 질량 ③ 운동량 ④ 충격량 ⑤ 운동량의 변화량  
⑥ 반비례 ⑦ 충격력 ⑧ 길게

- 1 (1) × (2) × (3) ○ (4) ○    2 4 kg·m/s    3 (1) × (2) ○  
(3) ○ (4) ○    4 60 kg·m/s    5 (1) 같다 (2) 같다 (3) 충격력  
(4) 시멘트 바닥    6 ㄱ, ㄴ, ㄷ, ㄹ

1 (1) 물체는 운동 상태에 관계없이 관성을 가지고 있다. 즉, 정지하고 있는 물체도 관성을 가지고 있다.

(2) 관성은 물체가 가지는 고유의 성질로 물체에 작용하는 힘과 관계가 없다. 물체에 작용하는 힘이 0이면 물체는 관성에 의해 운동 상태가 변하지 않는다.

(3) 관성은 물체의 질량이 클수록 크다.

(4) 관성은 물체가 현재의 운동 상태를 유지하려는 성질로 물체에 작용하는 알짜힘이 0이면 정지해 있던 물체는 계속 정지해 있고, 운동하던 물체는 계속 등속 직선 운동을 한다.

2 운동량 = 질량 × 속도이므로 이 탄환의 운동량의 크기는  $0.02 \text{ kg} \times 200 \text{ m/s} = 4 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$ 이다.

3 (1) 운동량과 충격량의 단위는 서로 같다.

(2) 물체가 받는 충격량만큼 물체의 운동량이 변한다.

(3) 물체에 큰 힘을 오랫동안 작용하면 충격량이 커져서 물체의 속도 변화가 크다.

(4) 힘을 오랫동안 받을수록 충격량이 커져서 물체의 운동량 변화량이 크다. 따라서 같은 포탄일 경우 포신이 길수록 힘을 받는 시간이 길어져 더 큰 충격량을 받아 포탄이 멀리 날아간다.

4 나중 운동량 = 처음 운동량 + 충격량이므로  $20 \text{ kg} \cdot \text{m/s} + 40 \text{ kg} \cdot \text{m/s} = 60 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$ 이다.

5 (1) 질량이 같은 두 달같이 같은 높이에서 떨어졌으므로 바닥에 충돌하기 직전 운동량은 같다. 충돌 후 두 달같은 멈추어서 운동량이 0이 되므로 두 달같은 운동량의 변화량은 같다.

(2) 두 달같은 운동량의 변화량이 같으므로 두 달같이 받은 충격량도 같다. 힘-시간 그래프 아랫부분의 넓이는 충격량을 의미하므로  $S_1$ 과  $S_2$ 의 크기는 같다.

(3) 충격량 = 충격력 × 충돌 시간이므로 충격량이 같을 때 충돌 시간이 짧을수록 더 큰 충격력을 받는다.

(4) 시멘트 바닥에 떨어진 달같이 폭신한 방석에 떨어진 달갈보다 충돌 시간이 짧으므로 더 큰 충격력을 받아 깨지기 쉽다.

6 에어백, 헬멧, 자동차 범퍼, 폭신한 매트 등은 모두 충돌 시간을 길게 하여 충격력을 줄이는 장치이다. 대포의 긴 포신은 힘이 작용하는 시간을 길게 하여 충격량을 크게 하므로 운동량이 커진 포탄은 더 멀리 날아갈 수 있다. 병따개는 지레의 원리를 이용하여 작은 힘을 작용하여 큰 힘을 내는 도구이다.

### 내신 **안정** 문제

126~128쪽

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

01 ㄱ. 관성은 물체가 가지는 고유의 성질로 물체가 현재의 운동 상태를 유지하려는 성질이다.

ㄴ. 관성은 물체의 질량이 클수록 크다.

**바로알기** ㄷ. 운동하던 물체에 작용하는 알짜힘이 0이면 물체는 등속 직선 운동을 한다.

02 ㄴ. 달리던 사람이 돌부리에 걸리면 사람은 계속 움직이려고 하는데 발은 걸려 정지하므로 앞으로 넘어지게 된다.

ㄹ. 버스가 갑자기 출발하면 발은 버스와 함께 움직이지만 직접 힘을 받지 않은 상체는 정지해 있으려는 관성에 의해 뒤로 쏠린다.

**바로알기** ㄱ. 노를 저으면 노가 물을 미는 힘의 반작용으로 물이 노를 밀어 배가 앞으로 나아가는 것은 작용 반작용 법칙과 관련된 현상이다.

ㄷ. 물로켓이 물을 내뿜는 힘의 반작용으로 물이 물로켓을 밀어 주는 힘에 의해 물로켓이 앞으로 나아가는 것은 작용 반작용 법칙과 관련된 현상이다.

03 ㄱ. 관성은 물체의 질량이 클수록 크므로 세 물체 중 관성이 가장 큰 것은 질량이 가장 큰 C이다.

**바로알기** ㄴ. 운동량은 물체의 질량과 속도를 곱한 물리량이다. B의 운동량의 크기는  $2\text{ kg} \times 4\text{ m/s} = 8\text{ kg}\cdot\text{m/s}$ 이고, C의 운동량의 크기는  $3\text{ kg} \times 3\text{ m/s} = 9\text{ kg}\cdot\text{m/s}$ 이므로 운동량의 크기는 B가 C보다 작다.

ㄷ. 세 물체는 수평면에서 일정한 속력으로 운동하므로 등속 직선 운동을 한다. 등속 직선 운동하는 물체에 작용하는 알짜힘은 0이다.

### 04 **꼼꼼 문제 분석**

운동량 보존 법칙에 따라 충돌 전과 충돌 후 운동량의 총합은 같다.



충돌 전 운동량의 합이  $(2 \times 7) + (3 \times 2) = 20(\text{kg} \cdot \text{m/s})$ 이므로, 충돌 후 운동량의 합도  $20\text{ kg} \cdot \text{m/s}$ 이다.

두 물체가 충돌할 때, 마찰이나 공기 저항 등 외부의 힘이 작용하지 않으면 충돌 전과 충돌 후 운동량의 총합은 일정하게 보존된다. 즉, 충돌 전 운동량의 합 = 충돌 후 운동량의 합이므로  $(2\text{ kg} \times 7\text{ m/s}) + (3\text{ kg} \times 2\text{ m/s}) = (2\text{ kg} \times 1\text{ m/s}) + (3\text{ kg} \times v)$ 에서 충돌 후 B의 속력  $v = 6\text{ m/s}$ 이다.

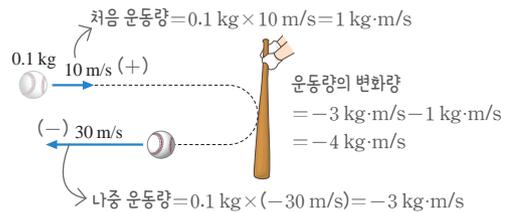
05 ①, ③ 물체가 힘을 받으면 속도가 변하므로 운동량이 변한다. 이때 물체가 받은 충격의 정도를 충격량이라고 하고 충격량의 크기만큼 운동량이 변한다.

② 충격량은 물체에 작용한 힘과 힘이 작용한 시간의 곱이므로 물체에 작용한 힘이 클수록, 힘이 작용한 시간이 길수록 충격량이 크다.

⑤ 충격량 = 충격력 × 충돌 시간이다. 물체가 받은 충격량이 일정할 때 충격력과 충돌 시간은 반비례하므로, 충돌 시간이 길수록 충격력이 작아진다.

**바로알기** ④ 나중 운동량 = 처음 운동량 + 충격량이므로 충격량의 방향이 물체의 운동 방향과 같으면 운동량의 크기가 커진다.

### 06 **꼼꼼 문제 분석**



충격량은 운동량의 변화량과 같다. 처음 속도의 방향을 (+)라 하면 운동량의 변화량 = 나중 운동량 - 처음 운동량 =  $0.1\text{ kg} \times (-30\text{ m/s}) - 0.1\text{ kg} \times 10\text{ m/s} = -4\text{ kg}\cdot\text{m/s} = -4\text{ N}\cdot\text{s}$ 이므로 충격량의 크기는  $4\text{ N}\cdot\text{s}$ 이다.

07 처음 운동량의 방향을 (+)라 하면 충격량은 운동 반대 방향이므로  $-50\text{ N}\cdot\text{s}$ 가 된다. 충격량은 운동량의 변화량과 같으므로 처음 운동량 + 충격량 = 나중 운동량이다. 따라서  $5\text{ kg} \times 20\text{ m/s} + (-50\text{ N}\cdot\text{s}) = 5\text{ kg} \times v$ 에서 나중 속도  $v = 10\text{ m/s}$ 이다. 즉, 물체는 처음 운동 방향으로  $10\text{ m/s}$ 의 속력으로 운동하게 된다.

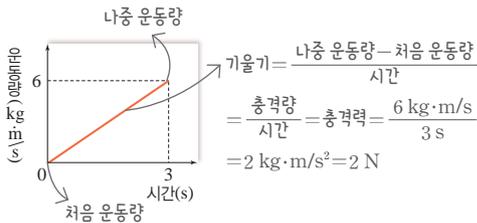
**08** 힘-시간 그래프 아랫부분의 넓이는 충격량을 의미하므로 10초 동안 물체가 받은 충격량은  $30+40=70(\text{N}\cdot\text{s})$ 이다. 충격량=나중 운동량-처음 운동량이므로 10초 후 이 물체의 운동량=처음 운동량+충격량= $2\text{ kg}\times 5\text{ m/s}+70\text{ kg}\cdot\text{m/s}=80\text{ kg}\cdot\text{m/s}$ 이다. 따라서  $80\text{ kg}\cdot\text{m/s}=2\text{ kg}\times v$ 에서 10초 후의 속력  $v=40\text{ m/s}$ 이다.

**09** ㄱ. 충돌 전 A의 운동량의 크기는  $4\text{ kg}\times 10\text{ m/s}=40\text{ kg}\cdot\text{m/s}$ 이다.

ㄴ. 힘-시간 그래프 아랫부분의 넓이는 충격량을 의미하므로 충돌 과정에서 B가 받은 충격량은  $20\text{ N}\cdot\text{s}$ 이다. 충격량=나중 운동량-처음 운동량이므로  $20=(2\times v)-(2\times 0)$ 에서 충돌 후 B의 속력  $v=10\text{ m/s}$ 이다.

**바로알기** ㄴ. 작용 반작용 법칙에 따라 충돌 과정에서 A가 받은 충격량의 크기는 B가 받은 충격량의 크기와 같다. (나)에서 B가 받은 충격량이  $20\text{ N}\cdot\text{s}$ 이므로 A가 받은 충격량의 크기도  $20\text{ N}\cdot\text{s}$ 이다.

**10** **꼼꼼 문제 분석**

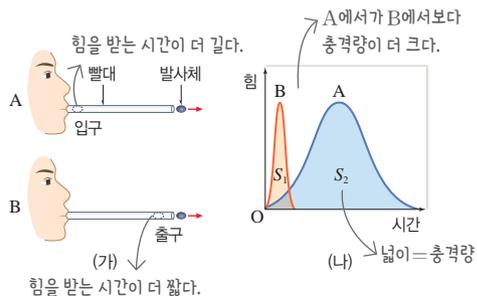


ㄱ. 운동량-시간 그래프에서 기울기는 충격력을 의미한다. 0~3초 동안 물체에 작용한 힘의 크기는  $\frac{6\text{ kg}\cdot\text{m/s}}{3\text{ s}}=2\text{ kg}\cdot\text{m/s}^2=2\text{ N}$ 이다.

ㄴ. 물체의 운동량은 0초일 때 0이고, 3초일 때  $6\text{ kg}\cdot\text{m/s}$ 이므로 0~3초 동안 운동량의 변화량은  $6\text{ kg}\cdot\text{m/s}$ 이다.

**바로알기** ㄴ. 충격량은 운동량의 변화량과 같으므로 0~3초 동안 물체가 받은 충격량의 크기는  $6\text{ N}\cdot\text{s}$ 이다.

**11** **꼼꼼 문제 분석**



ㄱ. 발사체의 처음 위치에서 빨대 끝까지의 거리는 A에서 B에서보다 더 길다. 따라서 같은 세기로 불 때 발사체가 힘을 받는 시간은 A에서 B에서보다 길다.

ㄴ. 힘-시간 그래프에서 그래프 아랫부분의 넓이는 충격량을 의미한다. 따라서  $S_1$ 과  $S_2$ 는 각각 B와 A가 받은 충격량이다.

ㄴ. 운동량의 변화량은 충격량과 같으므로 A에서 B에서보다 크다. 두 발사체의 처음 운동량은 0이므로 빨대를 빠져나오는 순간 발사체의 운동량은 A에서 B에서보다 크다.

**12** ㄴ, ㄴ. 질량이 같은 두 유리컵을 같은 높이에서 떨어뜨리므로 두 유리컵의 충돌 직전 운동량이 같다. 충돌 후 두 유리컵 모두 정지하므로 두 유리컵의 운동량의 변화량이 같고, 충격량의 크기도 같다. 충격량이 같을 때, 평균 힘은 힘이 작용한 시간에 반비례하므로 유리컵이 받은 평균 힘은 A에서 B에서보다 크다.

**바로알기** ㄱ. A는 B보다 힘이 작용한 시간이 짧고, 평균 힘의 크기가 큰 것으로 보아 A는 시멘트 바닥에 떨어진 유리컵이고, B가 이불 위에 떨어진 유리컵이다.

**13** ㄴ. 같은 충격량( $I=F\Delta t$ )을 받을 때 충돌 시간( $\Delta t$ )이 길수록 충격력( $F$ )이 작아진다. 안전모나 범퍼는 충돌이 일어났을 때 충돌 시간을 길게 하여 사람이 받는 충격력을 작게 하는 역할을 한다.

ㄴ. 멀리뛰기 선수가 착지할 때 무릎을 살짝 구부리면 힘이 작용하는 시간이 길어져 몸이 받는 충격력이 작아진다.

**바로알기** ㄱ. 충격량은 물체의 질량과 충돌 전후 속도에 의해 결정되므로 안전모나 범퍼가 충격량을 감소시키는 것은 아니다.

**14** 번지 점프를 할 때 사람이 떨어지는 동안 고무줄이 서서히 늘어나므로 사람이 받는 힘이 작아진다. 이는 운동량을 가진 물체가 멈추는 데 걸리는 시간을 길게 하여 힘의 크기를 작게 함으로써 충격을 완화시키는 원리를 이용한 것이다.

**바로알기** ③ 자동차를 탈 때 안전띠를 착용하는 것은 충돌할 때 사람이 관성에 의해 튀어 나가는 것을 방지하기 위한 것이다.

**15** 충격량과 운동량은 방향이 있는 물리량이다. 오른쪽 방향을 (+)로 표시하면 왼쪽 방향은 (-)로 표시한다.

충격량=힘×충돌 시간이므로  $-10\text{ N}\times 2\text{ s}=-20\text{ N}\cdot\text{s}$ 이다. 물체의 운동량의 변화량은 물체가 받은 충격량과 같으므로  $-20\text{ kg}\cdot\text{m/s}$ 이다.

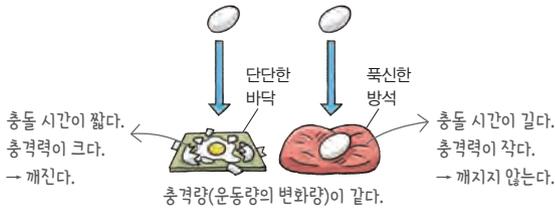
**모범 답안** (1)  $-20\text{ N}\cdot\text{s}$

(2)  $-20\text{ kg}\cdot\text{m/s}$

(3) 2초 후 물체의 운동량=처음 운동량+충격량= $2\text{ kg}\times 20\text{ m/s}+(-20\text{ N}\cdot\text{s})=20\text{ kg}\cdot\text{m/s}$ 이다. 2초 후 물체의 속도를  $v$ 라고 하면  $20\text{ kg}\cdot\text{m/s}=2\text{ kg}\times v$ 에서  $v=10\text{ m/s}$ 이다.

채점 기준	배점
(1) $-20\text{ N}\cdot\text{s}$ 라고 옳게 쓴 경우	20 %
(2) $-20\text{ kg}\cdot\text{m/s}$ 라고 옳게 쓴 경우	20 %
(3) 계산 과정과 속도를 모두 옳게 서술한 경우	60 %
10 m/s라고만 쓴 경우	30 %

### 16 꼼꼼 문제 분석



충격량이 같을 때 충격력과 충돌 시간은 반비례한다.

**모범 답안** 충격량은 충격력에 충돌 시간을 곱한 값이므로, 충격량이 같을 때 충돌 시간이 더 짧은 단단한 바닥에 떨어진 달걀이 더 큰 충격력을 받기 때문이다.

채점 기준	배점
충격량을 구하는 방법을 언급하고, 충격량이 같을 때 충돌 시간이 짧은 단단한 바닥에서 더 큰 충격력을 받기 때문이라고 서술한 경우	100 %
충격량이 같을 때 충돌 시간이 짧은 단단한 바닥에서 더 큰 충격력을 받기 때문이라고만 서술한 경우	70 %

## 실력 UP 문제

129 쪽

01 ④ 02 ③ 03 ④ 04 ③

01 나. 물체가 운동 상태를 유지하려는 성질은 관성이며, 이를 관성 법칙으로 설명할 수 있다.

ㄷ. 버스가 급정거할 때 승객들이 앞으로 넘어지는 것은 관성에 의한 현상이다.

**바로알기** 가. 물체에 작용하는 알짜힘이 0일 때 물체는 정지해 있거나 등속 직선 운동을 한다.

### 02 꼼꼼 문제 분석

(가)와 (나)에서 충돌 전 물체의 운동량이 같고, 충돌 후 모두 정지하므로 (가)와 (나)에서 물체의 운동량의 변화량은 같다.



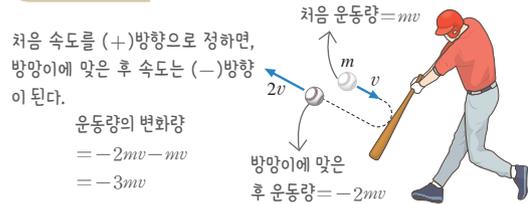
가. (가)와 (나)에서 물체의 충돌 전 운동량이  $mv$ , 충돌 후 운동량이 0으로 같으므로, 운동량의 변화량의 크기는  $mv$ 로 같다.

나. 충격량은 운동량의 변화량과 같다. 따라서 물체가 벽으로부터 받은 충격량의 크기는 (가)에서와 (나)에서가 같다.

**바로알기** ㄷ. 충격력 =  $\frac{\text{충격량}}{\text{충돌 시간}}$  이므로 충격량의 크기가 같을 때

충돌 시간이 길수록 충격력(평균 힘)의 크기는 작다. 따라서 물체가 벽으로부터 받은 충격력의 크기는 충돌 시간이 긴 (가)에서와 (나)에서보다 작다.

### 03 꼼꼼 문제 분석



가. 충돌 후 공의 운동량의 크기는  $m \times 2v = 2mv$ 이다.

나. 공의 운동량 변화량 = 나중 운동량 - 처음 운동량 =  $-2mv - mv = -3mv$  이므로 공이 방망이로부터 받은 충격량의 크기는  $3mv$ 이다.

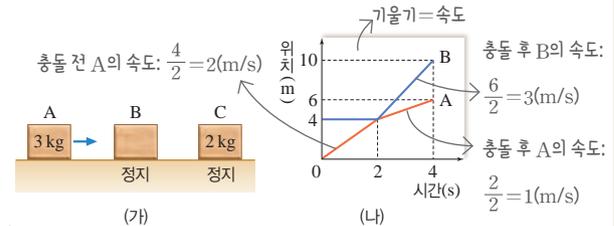
**바로알기** ㄷ. 방망이가 공에 작용한 평균 힘 =  $\frac{\text{충격량}}{\text{시간}}$  이므로

평균 힘의 크기 =  $\frac{3mv}{t}$  이다.

### 04 꼼꼼 문제 분석

외부에서 힘이 작용하지 않으므로 운동량 보존 법칙이 성립한다.

→ 충돌 전과 충돌 후 운동량의 합은 같다.



가. 위치-시간 그래프의 기울기는 속도를 의미하므로 충돌 전 A의 속도는 2 m/s이고 충돌 후 A의 속도는 1 m/s, 충돌 후 B의 속도는 3 m/s이다. B의 질량을  $m$ 이라고 하면 운동량 보존 법칙에 따라  $(3 \times 2) + 0 = (3 \times 1) + (m \times 3)$  이므로  $m = 1\text{ kg}$ 이다.

나. 작용 반작용 법칙에 따라 A와 B가 충돌하는 동안 두 물체가 받는 충격량의 크기는 같다. 충격량의 크기는 운동량의 변화량의 크기와 같으므로 B가 A로부터 받은 충격량의 크기는 충돌 전후 A의 운동량의 변화량의 크기와 같다.

**바로알기** ㄷ. 한 덩어리가 된 B와 C의 속력을  $v$ 라고 하면 운동량 보존 법칙에 따라  $1 \times 3 + 0 = (1 + 2) \times v$  이므로  $v = 1\text{ m/s}$ 이다.

### 중단원 핵심 정리

130쪽

- ① 이동 거리   ② 변위   ③ 가속도   ④ 운동 상태   ⑤ 알짜힘
- ⑥ 비례   ⑦ 반비례   ⑧ 속도   ⑨ 클수록   ⑩ 지구 중심
- ⑪ 등가속도   ⑫ 없음(0)   ⑬ 등가속도   ⑭ 속도   ⑮ 변화량
- ⑯ 충격량   ⑰ 충격력   ⑱ 길게

### 중단원 마무리 문제

131~134쪽

- 01 ⑤   02 ⑤   03 ④   04 해설 참조   05 ③   06 ③
- 07 ③   08 ④   09 ④   10 ③   11 해설 참조   12 ⑤
- 13 해설 참조   14 ⑤   15 24 N·s   16 ④   17 ②
- 18 ④   19 ⑤   20 해설 참조   21 ②

01   ㄱ. 20초 동안 원을 한 바퀴 돌았으므로 이동 거리는 원둘레와 같은  $20\pi$  m이다.

ㄴ. 20초 동안 평균 속도 =  $\frac{\text{이동 거리}}{\text{시간}} = \frac{20\pi \text{ m}}{20 \text{ s}} = \pi \text{ m/s}$ 이다.

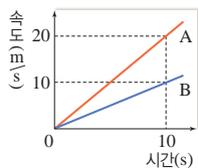
ㄷ. 20초 동안 원을 한 바퀴 돌아 제자리로 돌아오므로 변위는 0이다. 따라서 20초 동안 평균 속도는 0이다.

02   ㄱ. 평균 속도 =  $\frac{\text{구간 거리}}{\text{구간 시간}} = \frac{14.7 \text{ cm}}{0.1 \text{ s}} = 147 \text{ cm/s}$ 이다.

ㄴ. 평균 속도 차이 =  $147 - 49 = 245 - 147 = 343 - 245 = 441 - 343 = 98 \text{ (cm/s)}$ 로 일정하다. 따라서 쇠구슬의 속도는 일정하게 증가하였다.

ㄷ. 인접 구간 사이의 평균 속도 차이가 98 cm/s로 일정하다. 즉, 단위시간당 속도 변화량이 일정하므로 가속도도 일정하다.

### 03   품공 문제 분석



속도-시간 그래프의 기울기는 가속도이다.  
 → 그래프의 기울기가 일정하므로 A와 B는 등가속도 직선 운동을 한다.

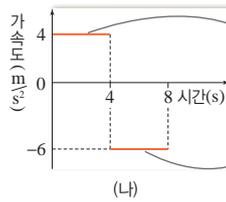
속도-시간 그래프 아랫부분의 넓이는 이동 거리이다.

ㄱ. 그래프의 기울기가 가속도이므로 A의 가속도는 B의 2배이다. A의 가속도는  $2 \text{ m/s}^2$ 이고, B의 가속도는  $1 \text{ m/s}^2$ 이다.

ㄷ. 등가속도 직선 운동에서 평균 속도는 처음 속도와 나중 속도의 중간 값이다. 따라서 0~10초 동안 B의 평균 속도의 크기 =  $\frac{0+10}{2} = 5 \text{ (m/s)}$ 이다.

바로알기   ㄴ. 그래프 아랫부분의 넓이는 이동 거리이므로 0~10초 동안 A의 이동 거리는  $\frac{1}{2} \times 10 \times 20 = 100 \text{ (m)}$ 이다.

### 04   품공 문제 분석



가속도-시간 그래프의 기울기가 0이므로 자동차는 0~4초, 4~8초 동안 각각 가속도가 일정한 등가속도 직선 운동을 한다.

(나)에서 자동차는 0~4초 동안 가속도가  $4 \text{ m/s}^2$ 인 등가속도 직선 운동을, 4~8초 동안 가속도가  $-6 \text{ m/s}^2$ 인 등가속도 직선 운동을 한다.

모범 답안   자동차는 출발점에서 정지해 있었으므로 등가속도 운동 식  $v = v_0 + at$ 에 따라 4초일 때 속도는  $0 + 4 \times 4 = 16 \text{ (m/s)}$ 이다. 8초일 때 속도는  $16 + (-6) \times 4 = -8 \text{ (m/s)}$ 이므로 속력은 8 m/s이다. 따라서 자동차의 속력은 4초일 때가 8초일 때의 2배이다.

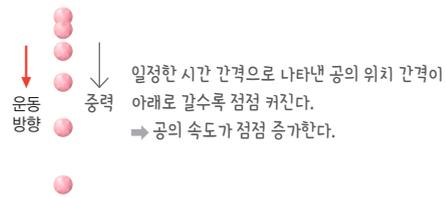
채점 기준	배점
계산 과정과 답을 모두 옳게 서술한 경우	100 %
계산 과정만 옳게 서술한 경우	50 %
답만 옳게 서술한 경우	30 %

05   ㄱ. 두 물체 사이에 작용하는 중력의 크기는 두 물체의 질량이 클수록 크다.

ㄴ. 중력의 크기는 두 물체 사이의 거리가 멀수록 작다.

바로알기   ㄷ. 두 물체 사이에 작용하는 중력의 크기는 서로 같다. 즉, A가 B에 작용하는 중력은 B가 A에 작용하는 중력과 크기가 같고 방향은 반대이다.

### 06   품공 문제 분석



③ 자유 낙하 하는 공에는 연직 방향으로 중력이 작용한다. 따라서 공의 운동 방향과 중력의 방향은 연직 방향으로 같다.

바로알기 ① 중력의 크기가 일정하므로 공의 가속도는 일정하다.

② 자유 낙하 하는 공의 속도는 일정하게 증가한다.

④ 작용 반작용 법칙에 따라 지구가 공에 작용하는 중력의 반작용으로 공은 지구에 중력을 작용한다.

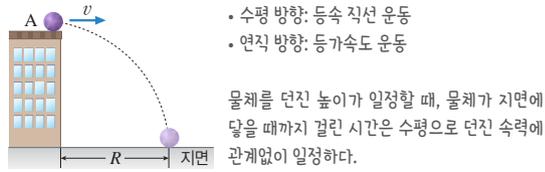
⑤ 지표면 근처에서 물체에 작용하는 중력의 크기는 일정하다.

07   ㄱ. A는 정지해 있으므로 A에 작용하는 알짜힘은 0이다.

ㄴ. 지표면에서 자유 낙하 하는 물체는 등가속도 운동을 한다.

**바로알기** 다. 중력을 받아 자유 낙하 하는 물체의 가속도는 중력 가속도로, 질량에 관계없이 일정하다.

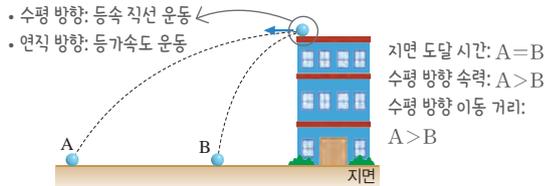
**08** **꼼꼼 문제 분석**



나, 다. 수평 방향으로 던진 물체는 수평 방향으로는 힘을 받지 않으므로 등속 직선 운동을 하고, 연직 방향으로는 중력을 받으므로 등가속도 운동을 한다.

**바로알기** 가. 물체가 지면에 닿을 때까지 걸린 시간을  $t$ 라고 하면  $R=vt$ 이므로  $R$ 는  $v$ 에 비례한다.

**09** **꼼꼼 문제 분석**



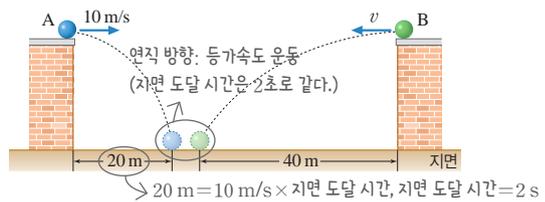
수평 방향으로 던진 물체는 연직 방향으로 등가속도 운동을 하므로, 처음 높이가 같으면 수평 방향으로 던진 속도의 크기나 물체의 질량에 관계없이 동시에 지면에 도달한다.

가. 두 물체가 지면에 도달하는 데 걸린 시간이 같으므로, 처음 수평 방향 속도가 더 빠른 물체의 수평 방향 이동 거리가 더 크다. 따라서 수평 방향 속도의 크기는 A가 B보다 크다.

다. 두 물체가 운동하는 동안 연직 방향의 가속도는 중력 가속도로 같다.

**바로알기** 나. 같은 높이에서 동시에 수평 방향으로 던지므로 A와 B는 지면에 동시에 도달한다.

**10** **꼼꼼 문제 분석**

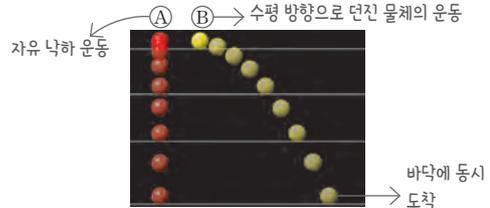


가. A, B는 중력에 의해 운동하므로 운동하는 동안 작용하는 힘의 크기는 각각 일정하다.

나. 두 물체가 같은 높이에서 출발하였으므로 지면에 도달하는 데 걸린 시간이 같다. B가 지면에 도달할 때까지 걸리는 시간이 2초이고, 수평 방향 이동 거리가 40 m이므로  $40\text{ m} = v \times 2\text{ s}$ 에서 처음 수평 방향 속도  $v = 20\text{ m/s}$ 이다.

**바로알기** 다. 지면에 도달하는 순간의 연직 방향의 속도는 같다.

**11** **꼼꼼 문제 분석**



구분	A	B	
		수평 방향	연직 방향
힘	중력	없음	중력
속도	일정하게 증가	일정	일정하게 증가
운동	등가속도 운동	등속 직선 운동	등가속도 운동

**모범 답안** (1) 연직 방향 가속도, 바닥에 닿을 때까지 걸린 시간  
(2) 연직 방향으로는 속력이 일정하게 증가하고, 수평 방향으로는 속력이 일정하다.

채점 기준	배점
(1) 두 가지 모두 옳게 쓴 경우	100 %
한 가지만 옳게 쓴 경우	50 %
(2) 두 가지 모두 옳게 서술한 경우	100 %
한 가지만 옳게 서술한 경우	50 %

**12** 가. 행성들은 태양의 중력에 의해 태양의 영향을 벗어나지 못하고 태양 주위를 공전한다.

나. 지구에서 일어나는 밀물과 썰물은 달과 태양이 지구에 작용하는 중력 때문에 해수면의 높이가 달라져서 발생하는 현상이다.

다. 대류 현상은 액체나 기체가 온도에 따라 물질의 밀도가 달라지면서 상대적으로 중력(무게)의 차이가 발생하기 때문에 일어난다.

**13** 빠르게 운동하던 망치 자루가 바닥에 부딪혀 멈추면 망치 머리는 계속 운동하려는 관성에 의해 아래로 내려가 망치 자루에 단단히 박히게 된다.

**모범 답안** 망치 자루는 정지해도 망치 머리는 계속 운동하려는 관성 때문이다.

채점 기준	배점
망치 자루는 정지해도 망치 머리는 계속 운동하려는 관성 때문이라는 내용으로 서술한 경우	100 %
관성 때문이라고만 서술한 경우	50 %

14 ① 운동량의 단위는  $\text{kg}\cdot\text{m/s}$ 이고, 충격량의 단위는  $\text{N}\cdot\text{s}$ 이다.  $\text{N}\cdot\text{s}=\text{kg}\cdot\text{m/s}^2\cdot\text{s}=\text{kg}\cdot\text{m/s}$ 이므로 두 물리량의 단위는 같다.

② 충격량=힘×시간이고, 충격량의 방향은 힘의 방향과 같은 방향이다.

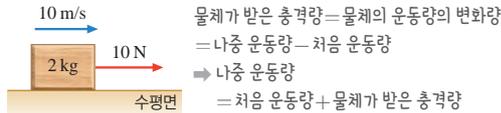
③ 운동량=질량×속도이고, 운동량의 방향은 물체의 속도와 같은 방향이다.

④ 물체가 받은 충격량은 물체의 운동량 변화량으로 나타난다.

**바로알기** ⑤ 운동량은 방향을 포함하는 물리량이다. 따라서 질량이 같은 두 물체가 같은 속력으로 운동하더라도 운동 방향이 다르면 운동량도 다르다.

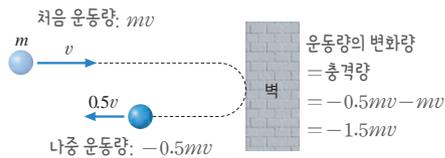
15 충격량은 힘-시간 그래프 아래부분의 넓이이므로 충격량 =  $6\text{ N}\times 4\text{ s}=24\text{ N}\cdot\text{s}$ 이다.

### 16 꼼꼼 문제 분석



물체의 처음 운동량 =  $2\text{ kg}\times 10\text{ m/s}=20\text{ kg}\cdot\text{m/s}$ 이고, 2초 동안 물체가 받은 충격량 =  $10\text{ N}\times 2\text{ s}=20\text{ N}\cdot\text{s}$ 이다. 2초 후 물체의 운동량 = 처음 운동량 + 2초 동안 받은 충격량 =  $20\text{ kg}\cdot\text{m/s}+20\text{ N}\cdot\text{s}=40\text{ kg}\cdot\text{m/s}$ 이다. 2초 후 물체의 속력을  $v$ 라고 하면  $40\text{ kg}\cdot\text{m/s}=2\text{ kg}\times v$ 에서  $v=20\text{ m/s}$ 이다.

### 17 꼼꼼 문제 분석



㉔. 오른쪽 방향을 (+)로 하면 충돌 전 공의 운동량은  $mv$ , 충돌 후 공의 운동량은  $-0.5mv$ 이다. 충돌하는 과정에서 공이 벽으로부터 받은 충격량은 운동량의 변화량과 같으므로  $-0.5mv - mv = -1.5mv$ 이며, 크기는  $1.5mv$ 이다.

**바로알기** ㉔. 충돌 전 공의 운동량의 크기는  $mv$ 이고, 충돌 후 운동량의 크기는  $0.5mv$ 이므로 운동량의 크기는 감소하였다.

㉕. 공의 운동량의 변화량의 크기는  $1.5mv$ 이다.

18 ①, ③ 두 달걀의 충돌 직전 속도가 같고, 질량이 같으므로 바닥에 충돌하기 직전 운동량은 같다. 충돌 후 모두 정지하므로 운동량의 변화량이 같고, 충격량도 같다.

② 그래프에서 솜에 떨어진 달걀의 충돌 시간이 더 길다.

⑤ 그래프에서 충돌하는 동안 달걀이 받은 힘(충격력)은 시멘트 바닥에 떨어진 달걀이 더 크다.

**바로알기** ④ 같은 높이에서 같은 종류의 달걀을 떨어뜨리므로 충돌 직전 두 달걀의 운동량이 같다. 충돌 후 두 달걀 모두 속도가 0이므로 두 달걀의 운동량의 변화량은 같다.

19 충격량이 같을 때 충격력과 충돌 시간은 반비례한다. 시멘트 바닥 위에 떨어진 달걀은 솜 위에 떨어진 달걀보다 충돌 시간이 더 짧으므로 더 큰 충격력을 받아 깨진 것이다.

20 대포의 포신이 길수록 포탄이 힘을 받는 시간이 길어져 충격량이 크므로 포탄이 포신을 떠날 때의 운동량이 크다. 다른 조건이 같다면 운동량이 클수록 포탄이 멀리 날아간다.

**모범 답안** 충돌 시간(포탄이 힘을 받는 시간)이 길어져 포탄이 받는 충격량이 커지므로 포탄의 운동량의 변화량이 커지기 때문이다.

채점 기준	배점
충돌 시간(포탄이 힘을 받는 시간)이 길어져 충격량이 커지고 그 결과 포탄의 운동량의 변화량이 커지기 때문이라는 내용으로 서술한 경우	100 %
포신이 길수록 포탄의 운동량이 커지기 때문이라고만 서술한 경우	50 %

21 ㉔. 세 가지 안전장치는 모두 충돌 시간을 길게 하여 충격력(평균 힘)의 크기를 감소시키는 역할을 한다.

**바로알기** ㉔, ㉕. 충돌 시 운동량의 변화량은 물체의 질량과 충돌 전후 속도에 의해 결정되므로 세 가지 안전장치가 있더라도 운동량의 변화량을 감소시키지는 않는다. 물체가 받은 충격량은 운동량의 변화량과 같으므로 충격량도 감소시키지 않는다.

## 중단원 고난도 문제

135 쪽

01 ③    02 ④    03 ③    04 ①

### 01 꼼꼼 문제 분석

B ● 정지    지표면 부근에서 중력을 받아 운동하는 물체의 가속도는 질량에 관계없이 일정하다.

A ●  
↓ 2 m/s

지면에 닿을 때까지 A의 속도가 B의 속도보다 계속 크기 때문에 A와 B 사이의 거리는 점점 커진다.

지면

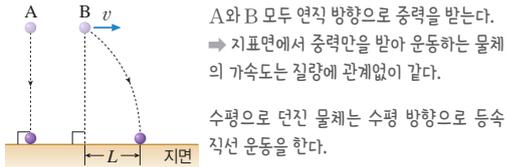
**선택지 분석**

- ㉠ 두 물체의 가속도는 같다.
- ㉡ 두 물체 사이의 거리는 일정하게 유지된다. 점점 커진다.
- ㉢ A의 속력이 4 m/s가 되는 순간 B의 속력은 2 m/s이다.

**전략적 풀이** ① 두 물체의 가속도를 파악한다.

- ㄱ. 두 물체의 가속도는 중력 가속도로 같다.
- ㉡ 두 물체의 속도와 이동 거리의 변화를 파악한다.
- ㄴ. A가 지면에 닿기 전까지 계속 A의 속도가 B의 속도보다 크기 때문에 같은 시간 동안 이동 거리는 A가 B보다 크다. 따라서 A와 B 사이의 거리는 점점 커진다.
- ㄷ. 두 물체의 가속도가 같으므로 같은 시간 동안 속도 변화량도 같다. 따라서 A의 속도가 2 m/s에서 4 m/s로 2 m/s 증가할 때 B의 속도도 2 m/s 증가하므로 A의 속력이 4 m/s가 되는 순간 B의 속력은 2 m/s가 된다.

**02** **공공 문제 분석**



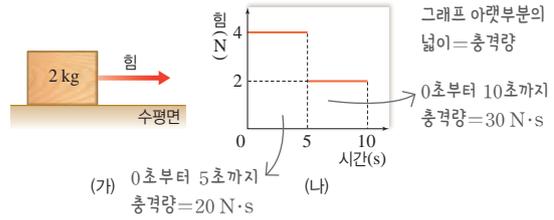
**선택지 분석**

- ㉡ 가속도의 크기는 A가 B보다 크다. A와 B가 같다.
- ㉢ 운동하는 동안 A와 B에 작용하는 중력의 방향은 같다.
- ㉣ A가 처음 위치에서 지면에 도달할 때까지 걸린 시간은  $\frac{L}{v}$ 이다.

**전략적 풀이** ① 두 물체에 작용하는 힘과 물체의 가속도를 파악한다.

- ㄱ. 지표면 근처에서 중력만을 받아 운동하는 물체의 가속도는 물체의 질량과 운동 방향에 관계없이 중력 가속도로 같다.
- ㄴ. 운동하는 동안 A와 B에 작용하는 중력의 방향은 연직 방향으로 같다.
- ㉡ 두 물체는 지면에 동시에 도달하므로 지면에 도달할 때까지 걸린 시간이 같다는 것을 이용한다.
- ㄷ. B는 수평 방향으로 등속 직선 운동을 하므로 지면에 도달할 때까지 걸린 시간은 수평 방향으로 이동한 거리를 속력으로 나누어 구할 수 있다. 즉, B가 지면에 도달할 때까지 걸린 시간은  $\frac{L}{v}$ 이다. 따라서 A가 처음 위치에서 지면에 도달할 때까지 걸린 시간도  $\frac{L}{v}$ 이다.

**03** **공공 문제 분석**



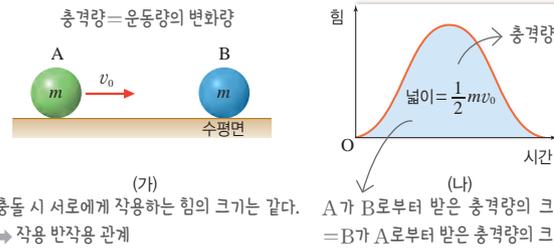
**선택지 분석**

- ㉠ 5초일 때 물체의 운동량의 크기는 20 kg·m/s이다.
- ㉢ 0초부터 10초까지 물체가 받은 충격량의 크기는 30 N·s이다.
- ㉡ 10초일 때 물체의 속력은 30 m/s이다. 15 m/s

**전략적 풀이** ① 그래프 아랫부분의 넓이가 의미하는 것을 안다.

- ② 충격량과 운동량의 관계를 안다.
- ㄱ. 0초부터 5초까지 물체가 받은 충격량이 20 N·s이므로 운동량의 변화량은 20 kg·m/s이다. 물체가 처음에 정지해 있었으므로 5초일 때 물체의 운동량의 크기는 20 kg·m/s이다.
- ㄴ. 0초부터 10초까지 그래프 아랫부분의 넓이가 30 N·s이므로 물체가 받은 충격량의 크기는 30 N·s이다.
- ㄷ. 0초부터 10초까지 물체가 받은 충격량이 30 N·s이므로 10초일 때 물체의 운동량은 30 kg·m/s이다. 따라서 30 kg·m/s = 2 kg × v에서 10초일 때 물체의 속력 v = 15 m/s이다.

**04** **공공 문제 분석**



**전략적 풀이** ① 그래프 아랫부분의 넓이가 의미하는 것을 안다.

- A가 B로부터 받은 충격량은 힘 - 시간 그래프 아랫부분의 넓이인  $\frac{1}{2}mv_0$ 이므로 B가 A로부터 받은 충격량의 크기도  $\frac{1}{2}mv_0$ 이다.
- ② 정지해 있던 B의 충돌 후 운동량의 크기를 예상한다.
- 정지해 있던 B가 받은 충격량의 크기가  $\frac{1}{2}mv_0$ 이므로 그만큼 운동량이 증가하여 충돌 후 B의 운동량은  $\frac{1}{2}mv_0$ 이다. B의 질량이 m이므로 충돌 후 B의 속력은  $\frac{1}{2}v_0$ 이다.

## 2 지구 시스템

### 1 지구 시스템의 에너지와 물질 순환

#### 개념 확인 문제

142쪽

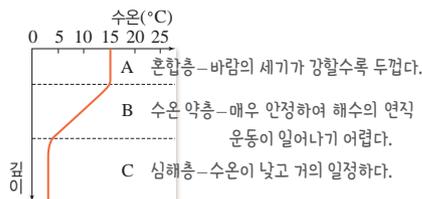
- 1 지구 시스템    2 대류권    3 맨틀    4 수온 약층  
5 생물권    6 외권

- 1 중력    2 (1) ㉠ (2) ㉡ (3) ㉢ (4) ㉣ (5) ㉤    3 (1) A: 대류권, B: 성층권, C: 중간권, D: 열권 (2) 높이에 따른 기온 분포    4 (1) ㉠ (2) × (3) ㉠ (4) ㉠    5 (1) B (2) A (3) C    6 (1) ㉠ (2) × (3) ×  
7 (1) 생물권 (2) 지권 (3) 지권 (4) 기권 (5) 지권 (6) 외권

- 2 (1) 오존층은 지구 대기의 성층권에 존재하므로 기권에 속한다.  
(2) 토양은 지구 표면을 덮고 있으므로 지권에 속한다.  
(3) 빙하는 액체 상태의 물이 얼어서 형성된 것으로 수권에 속한다.  
(4) 동물, 식물, 미생물은 모두 생물권에 속한다.  
(5) 태양은 지구의 기권 밖에 존재하므로 외권에 속한다.

- 4 (1) 지각은 대부분 비교적 가벼운 규산염 물질로 이루어져 있다.  
(2) 맨틀은 고체 상태이지만, 일부는 유동성이 있기 때문에 대류가 일어난다.  
(3) 외핵과 내핵은 구성 물질이 거의 같지만, 구성 물질의 상태에 따라 액체 상태의 외핵과 고체 상태의 내핵으로 구분된다.  
(4) 지각은 주로 산소와 규소로 이루어져 있어 밀도가 작고, 핵은 주로 철과 니켈로 이루어져 있어 밀도가 크므로, 지구 중심으로 갈수록 밀도가 커진다.

#### 5 품공 문제 분석



- (1) 수온 약층(B)은 수심이 깊어짐에 따라 수온이 급격히 낮아지는 층으로 매우 안정하다.  
(2) 혼합층(A)은 바람이 강할수록 해수의 혼합이 잘 일어나므로 두께가 두꺼워진다.  
(3) 심해층(C)은 태양 복사 에너지가 거의 도달하지 않으므로 계절이나 깊이에 따른 수온 변화가 거의 없다.

- 6 (1) 수권 중 약 97.2%를 해수가 차지한다.  
(2) 생물은 지표, 대기, 해양 등에 서식하므로, 생물권은 지권, 기권, 수권의 영역과 공간적으로 겹쳐서 분포한다.  
(3) 지구 자기장은 우주선이나 태양풍의 고에너지 입자를 차단하여 지구상의 생명체를 보호한다. 태양 복사의 유해 자외선을 차단하여 지상의 생명체를 보호하는 것은 오존층이다.

- 7 (1) 호흡은 생물이 대기 중 산소를 흡수하고 이산화 탄소를 방출하는 과정이고, 광합성은 식물이 대기 중 이산화 탄소를 흡수하고 산소를 방출하는 과정이다. 따라서 호흡과 광합성은 기권과 생물권의 상호 작용에 해당한다.  
(2) 지진 해일은 해저에서 급격한 지각 변동에 의해 수면에 파동이 생기는 현상이므로 지권과 수권의 상호 작용에 해당한다.  
(3) 화산 가스는 지권에서 화산 활동이 일어날 때 분출되어 기권으로 유입되는 기체 성분이다. 따라서 화산 가스 방출은 지권과 기권의 상호 작용에 해당한다.  
(4) 태풍은 열대 해상에서 수증기의 습윤열(응결열)을 에너지원으로 하여 발생하므로 기권과 수권의 상호 작용에 해당한다.  
(5) 석회 동굴은 지하수에 의해 석회암이 용해되어 형성되므로 수권과 지권의 상호 작용에 해당한다.  
(6) 오로라는 태양으로부터 오는 대전 입자의 일부가 지구 자기장에 이끌려 대기로 진입하면서 공기 분자와 충돌하여 빛을 내는 현상이다. 따라서 오로라는 외권과 기권의 상호 작용에 해당한다.

#### 개념 확인 문제

145쪽

- 1 태양 에너지    2 에너지 평형    3 태양 에너지    4 탄산이온    5 일정하다

- 1 지구 내부 에너지    2 (1) × (2) ㉠    3 (1) 태양 에너지 (2) 36 단위    4 (1) ㉠ (2) ㉢ (3) ㉡ (4) ㉢    5 ㄱ, ㄴ, ㄹ  
6 (1) ㉠ (2) ×

- 1 지구 내부 에너지는 지구 내부의 방사성 원소의 붕괴열로 생성되며, 판의 운동을 일으켜 대륙을 이동시키고 지진, 화산 활동 등의 지각 변동을 일으킨다.

- 2 (1) 지구는 구형이므로 고위도로 갈수록 태양 고도가 낮아져 단위 면적당 받는 태양 복사 에너지량이 적어진다.  
(2) 대기와 해수의 순환을 통해 저위도의 남는 에너지가 고위도로 이동하여 지구 전체적으로 에너지 평형을 이룬다.

- 3 (2) 육지에서 물을 얻은 양과 잃은 양은 같으므로  $96 = 60 + A$ 에서 A는 36 단위이다.

- 5 가, 리. 화석 연료의 연소와 화산 활동을 통해 지권에서 기권으로 탄소가 이동하므로 대기 중 탄소가 증가한다.  
 나. 광합성을 통해 기권의 탄소가 생물권으로 이동하므로 대기 중 탄소가 감소한다.  
 다. 생물의 호흡 작용으로 탄소는 생물권에서 기권으로 이동하므로 대기 중 탄소가 증가한다.

- 6 (1) 최근에는 인간 활동으로 지구 온난화, 미세 먼지 등 환경 오염이 발생하여 지구 시스템의 균형이 깨지고 있다.  
 (2) 인간 활동으로 발생한 환경 문제는 인간의 합리적인 활동으로 회복될 수 있다.

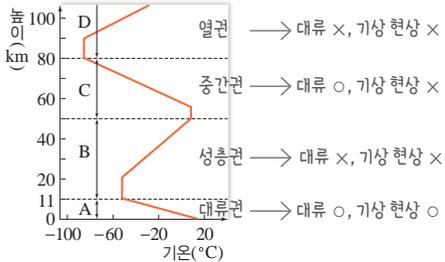
### 내신 **안정** 문제

146~149쪽

01 ②	02 ③	03 ①	04 ④	05 ⑤	06 ③
07 ④	08 ①	09 ①	10 ②	11 ③	12 ④
13 ③	14 (가) 지구 내부 에너지 (나) 태양 에너지 (다) 조력 에너지		15 ①	16 ⑤	17 ⑤
18 ①	19 ③	20 해설 참조	21 해설 참조	22 해설 참조	23 해설 참조

- 01 ① 지권은 단단한 지각과 지구 내부로 이루어져 있다.  
 ③ 기권에 포함된 이산화 탄소와 수증기 등의 온실 기체가 온실 효과를 일으켜 지구를 보온해 준다.  
 ④, ⑤ 태양계를 구성하는 천체들은 태양의 중력에 의해 일정한 궤도를 따라 공전하면서 서로 영향을 주고받는 거대한 역학적 시스템을 이룬다.  
**바로알기** ② 수권은 깊이에 따른 수온 분포를 기준으로 층을 구분한다. 중력에 의해 여러 개의 층으로 나누어진 권은 지권이다.

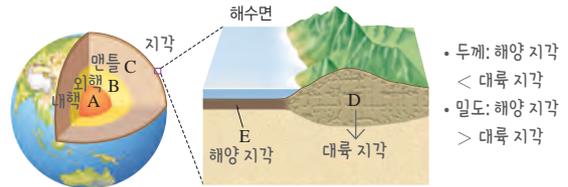
### 02 **꼼꼼 문제 분석**



- ① 대류권(A)에서는 높이 올라갈수록 기온이 낮아지므로 공기의 대류가 활발하고 수증기가 존재하여 기상 현상이 나타난다.  
 ② 성층권(B)에서는 높이 약 20 km~30 km 구간에 오존의 농도가 높은 오존층이 존재하여 자외선을 흡수한다.

- ④ 낮과 밤의 기온 차가 가장 큰 층은 열권(D)이다.  
 ⑤ 오로라는 태양으로부터 날아온 전기를 띤 입자들이 극지방의 상공에서 공기 분자들과 충돌하여 빛을 내는 현상으로, 주로 열권(D)에서 나타난다.  
**바로알기** ③ 성층권(B)은 높이 올라갈수록 기온이 상승하여 안정하므로 대류가 일어나지 않고, 중간권(C)은 높이 올라갈수록 기온이 하강하므로 불안정하여 대류가 일어난다. 따라서 B는 C보다 기층이 안정하다.

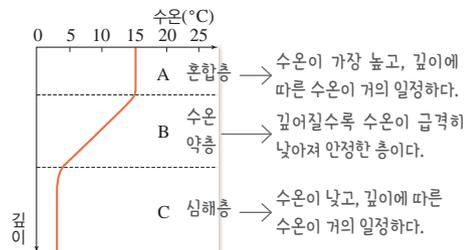
### 03 **꼼꼼 문제 분석**



- 가. 내핵(A)과 외핵(B)은 철과 니켈로 이루어져 있어 구성 성분이 거의 같지만, 내핵은 고체 상태이고 외핵은 액체 상태이다.  
**바로알기** 나. 맨틀(C)은 지권 전체 부피의 약 80%를 차지하므로 내핵(A)과 외핵(B)을 합한 부피보다 크다.  
 다. 대륙 지각(D)은 해양 지각(E)보다 두께가 두껍고, 평균 밀도가 작다.

- 04 ① 수권의 대부분(약 97.2%)을 차지하는 것은 해수이다.  
 ② A는 육수 중 가장 많은 비율을 차지하는 빙하이고, B는 지표 아래에서 흐르는 지하수이다.  
 ③ 지구 온난화는 지구의 평균 기온이 점점 높아지는 현상으로, 지구 온난화가 진행될수록 빙하가 녹으므로 수권에서 빙하(A)의 비율이 낮아진다.  
 ⑤ 육수는 주로 빙하로 존재하며, 빙하는 고체 상태이다.  
**바로알기** ④ 주로 극지방과 고산 지대에 분포하는 것은 빙하(A)이다.

### 05 **꼼꼼 문제 분석**



- ⑤ 수심이 깊어질수록 태양 에너지가 도달하는 양이 적어진다. 심해층(C)은 태양 에너지가 거의 도달하지 못하여 수온이 매우 낮고 거의 일정하다.

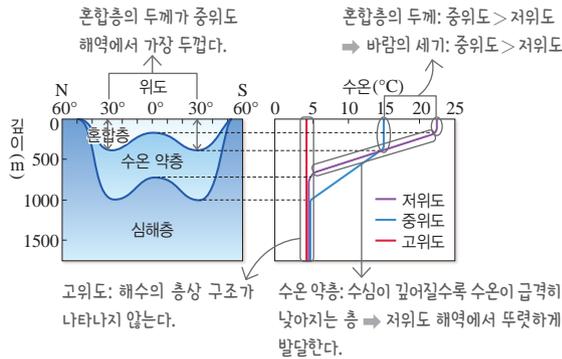
**바로알기** ① A는 태양 복사 에너지를 흡수하여 수온이 높고, 바람의 혼합 작용으로 깊이에 따른 수온이 거의 일정한 혼합층이다.

② 수온 약층(B)은 수심이 깊어질수록 수온이 급격히 낮아져 안정한 층이다. 바람에 의해 해수의 혼합 작용이 일어나는 층은 혼합층(A)이다.

③ 수온 약층(B)은 수심이 깊어질수록 수온이 낮아지므로 안정하여 해수의 연직 운동이 일어나기 어렵다.

④ 수온 약층(B)은 해수의 연직 운동이 일어나기 어려우므로 혼합층(A)과 심해층(C) 사이에서 물질과 에너지 교환을 차단한다.

### 06 꼼꼼 문제 분석



ㄱ. 바람이 강할수록 혼합층의 두께가 두꺼우므로 바람은 중위도 해역이 저위도 해역보다 강하게 분다.

ㄴ. 중위도 해역은 저위도 해역보다 혼합층이 두껍게 발달하고, 표층과 심층의 수온 차가 크기 때문에 수온 약층이 발달해 있다. 고위도 해역은 단위 면적당 입사하는 태양 복사 에너지양이 적어 표층 수온이 낮으므로 해수의 층상 구조가 나타나지 않는다. 따라서 층상 구조는 고위도 해역보다 중위도 해역에서 뚜렷하게 나타난다.

**바로알기** ㄷ. 수온 약층은 혼합층과 심해층의 수온 차가 큰 저위도 해역에서 잘 발달한다. 수온 약층은 혼합층과 심해층 사이의 물질과 에너지 교환을 차단하므로 저위도 해역에서는 혼합층과 심해층 사이의 물질과 에너지 교환이 일어나기 어렵다.

**07** • 생물권은 지구에 살고 있는 모든 생물로, 태양계 행성 중 지구에만 있는 특징이다.

• 지구의 형성과 진화 과정에서 생물은 바다가 생성된 후 출현하였으므로 지구 시스템의 구성 요소 중 가장 나중에 형성되었다.

• 토양 속 미생물이 생물의 사체나 배설물을 분해하는 과정에서 토양의 성분을 변화시키고, 생물의 광합성과 호흡 작용은 대기 조성 변화에 영향을 준다.

**08** ㄱ. 외권은 기권보다 바깥쪽에 위치하는 영역이다. 외권에 분포하는 지구 자기장은 우주선과 태양풍의 고에너지 입자를 차단하는 역할을 한다.

**바로알기** ㄴ. 태양 복사의 자외선은 기권에 해당하는 오존층에서 흡수된다.

ㄷ. 외권은 지구 시스템의 다른 요소와 물질 교환은 거의 없지만, 에너지의 교환은 끊임없이 일어나고 있다.

**09** ① 화산 폭발(지권)에 의한 이산화 탄소 방출(기권)은 지권과 기권의 상호 작용(A)에 해당한다.

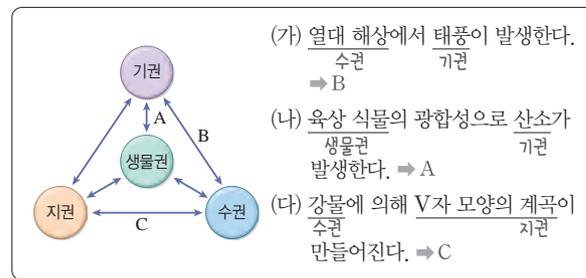
**바로알기** ② 식물(생물권)의 매몰에 의한 석탄 형성(지권)은 생물권과 지권의 상호 작용에 해당한다.

③ 파도(수권)에 의한 암석의 침식(지권)은 수권과 지권의 상호 작용(E)에 해당한다.

④ 지하수(수권)에 의한 석회 동굴 형성(지권)은 수권과 지권의 상호 작용(E)에 해당한다.

⑤ 해수(수권)의 증발에 의한 구름 형성(기권)은 수권과 기권의 상호 작용(C)에 해당한다.

### 10 꼼꼼 문제 분석



(가) 열대 해상에서 증발한 수증기가 강한 상승 기류를 받아 구름을 형성하면서 태풍으로 성장한다. 따라서 수권과 기권의 상호 작용(B)에 해당한다.

(나) 육상 식물은 대기 중 이산화 탄소를 흡수하고 광합성을 하여 산소를 방출한다. 따라서 생물권과 기권의 상호 작용(A)에 해당한다.

(다) 강의 상류 지역에서는 경사가 급해 강바닥이 물에 깎이면서 V자 모양의 계곡이 만들어진다. 따라서 수권과 지권의 상호 작용(C)에 해당한다.

**11** ㄱ. 오로라는 태양으로부터 오는 대전 입자의 일부(외권)가 대기(기권)로 진입하면서 공기 분자와 충돌하여 빛을 내는 현상이다. 따라서 외권과 기권의 상호 작용에 해당한다.

ㄴ. 유성은 태양계 공간을 떠돌던 작은 천체(외권)의 조각이 지구의 중력에 의하여 지구 대기로 들어올 때 공기(기권)와의 마찰로 타면서 밝은 빛을 내는 현상이다. 따라서 외권과 기권의 상호 작용에 해당한다.

**바로알기** ㄷ. 버섯바위는 사막에서 바람(기권)에 의해 모래와 먼지가 암석(지권)의 아랫부분을 집중적으로 깎아 만들어진다. 따라서 기권과 지권의 상호 작용에 해당한다.

12 ① 관계아가 분리되어 해류가 복잡해지고 기후가 다양해지면서 각 대륙에서 다양한 생물이 출현하게 되었다.

② 성층권의 오존층이 태양 복사의 유해한 자외선을 차단하여 지상의 생물을 보호해 준다.

③ 원시 바다가 생성된 이후 대기 중 이산화 탄소가 바다에 녹으면서 대기 중 이산화 탄소의 농도가 감소하게 되었다. 이로부터 과도한 온실 효과를 방지하여 생명체가 생명 활동을 유지하게 하였다.

⑤ 식물이 대기 중 이산화 탄소를 흡수하여 광합성을 하고 산소를 대기 중으로 내보내어 생물이 호흡할 수 있도록 한다.

**바로알기** ④ 외권의 지구 자기장은 우주선이나 태양풍의 고에너지 입자를 차단하여 생명체가 생명 활동을 유지할 수 있도록 한다. 지구로 들어오는 유성체의 대부분을 차단하여 생물을 보호해 주는 것은 기권이다.

13 ③ 태양 에너지는 지구 시스템의 에너지원 중 가장 많은 양을 차지하며, 대기 대순환 등 지구 환경에 가장 큰 영향을 준다. 또한, 식물의 광합성 등 생명 활동에 필요한 에너지원으로 이용된다.

**바로알기** ① 판의 운동은 지구 내부 에너지에 의해 일어난다.

② 방사성 원소의 붕괴열로 생기는 에너지는 지구 내부 에너지이다.

④ 달과 태양이 지구에 작용하는 인력으로 발생하는 에너지는 조력 에너지이다.

⑤ 지구 시스템의 에너지원은 서로 독립적인 에너지원으로, 하나의 에너지가 다른 에너지로 전환되지 않는다.

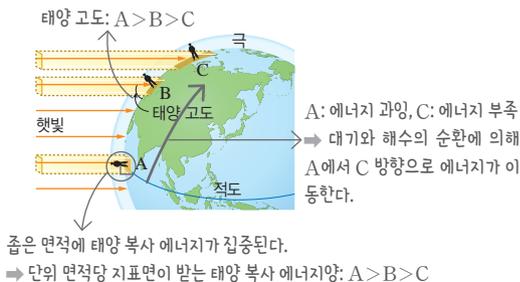
14 지구 시스템에서 다양한 자연 현상을 일으키는 에너지원에는 태양 에너지, 지구 내부 에너지, 조력 에너지가 있다.

(가) 지구 내부 에너지는 대륙 이동, 지진, 화산 활동과 같은 지각 변동을 일으킨다.

(나) 태양 에너지를 흡수하여 바다에서 증발한 수증기가 강한 상승 기류를 받아 구름을 형성하면서 태풍으로 성장한다.

(다) 달과 태양의 인력으로 발생한 조력 에너지에 의해 밀물과 썰물이 일어나 해수면의 높이가 주기적으로 변한다.

15 **꼼꼼 문제 분석**

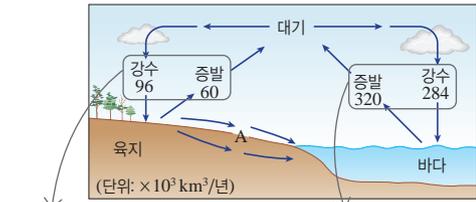


ㄱ. 태양의 고도는 지표면과 햇빛이 이루는 각이므로 A에서 가장 높다.

**바로알기** ㄴ. 단위 면적당 지표면이 받는 태양 복사 에너지양은 태양의 고도가 높을수록 많아지므로, A에서 가장 많고 C로 갈수록 적어진다.

ㄷ. 대기와 해수의 순환을 통해 저위도 지역(A)의 남은 에너지가 고위도 지역(C)으로 이동하여 위도에 따른 에너지 불균형을 해소하므로 지구는 전체적으로 에너지 평형을 이룬다.

16 **꼼꼼 문제 분석**



- 육지와 바다에서 각각 물을 얻은 양과 잃은 양은 같다.
- 육지는  $96 = 60 + A$ , 바다는  $284 + A = 320$ 의 식이 성립한다.
- A는 36 단위이다.

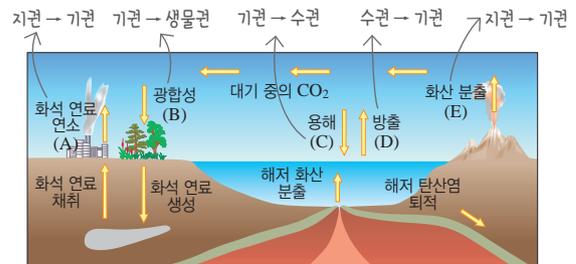
ㄷ. A는 육지에 내린 강수 중 일부가 지표를 따라 바다로 이동하는 과정으로, 이 과정에서 육지를 흐르는 물에 의해 암석의 풍화와 침식이 일어나 지형의 변화가 일어난다.

ㄴ. 지구 전체로 볼 때 총 강수량( $96 + 284 = 380$ )과 총 증발량( $60 + 320 = 380$ )은 같다.

**바로알기** ㄱ. 육지의 강수량은 96 단위, 바다의 강수량은 284 단위이므로 강수량은 육지보다 바다에서 많다.

ㄴ. 육지에서 물을 얻은 양(96)은 잃은 양( $60 + A$ )과 같고, 바다에서 물을 얻은 양( $284 + A$ )은 잃은 양(320)과 같다. 따라서 A 과정에 의한 물의 이동량은 36 단위이다.

17 **꼼꼼 문제 분석**



⑤ A, D, E 과정은 모두 탄소가 기권으로 이동하는 과정으로 대기 중 탄소량을 증가시켜 지구 온난화를 촉진한다.

**바로알기** ① 생물권에서 탄소는 주로 유기물 형태로 존재한다. 주로 이산화 탄소 형태로 존재하는 권은 기권이다.

- ② A 과정에 의해 지권의 탄소가 기권으로 이동하고 있으므로 지권과 기권의 상호 작용에 해당한다.
- ③ E 과정은 지구 내부 에너지가 관여하여 일어나지만, A 과정은 인간 활동에 의해 일어난다.
- ④ 탄소는 B 과정에서 식물에 흡수되어 유기물로 저장되고, C 과정에서 해수에 녹아 탄산 이온으로 저장된다.

**18** ㄱ. 기권의 이산화 탄소는 광합성에 의해 생물권으로 이동(A)하며, 이 과정에서 태양 에너지가 이용된다.

ㄴ. 생물은 호흡 과정에서 이산화 탄소를 방출하므로 생물권의 탄소가 기권으로 이동(B)한다.

**바로알기** ㄷ. C 과정(지권 → 기권)을 거치면서 탄소의 존재 형태는 이산화 탄소나 메테인이 된다. 탄소가 탄산 이온의 형태로 존재하는 권은 수권이다.

ㄹ. 해저에서 죽은 생물체가 석회암의 형태로 퇴적되거나 생물의 사체가 오랜 시간이 지나 화석 연료가 되는 과정에 의해 생물권의 탄소가 지권으로 이동(D)한다. 이때 지권의 탄소량은 증가하지만, 그만큼 생물권의 탄소량이 감소하므로 지구 시스템의 전체 탄소량은 일정하다.

**19** ㄱ. 질소는 대기 구성 성분의 약 78%를 차지하므로 기권의 성분 중 가장 많은 부피비를 차지한다.

ㄷ. 동식물의 배설물이나 사체는 토양 속 분해자를 통해 분해되어 질소가 다시 기권으로 이동한다.

**바로알기** ㄴ. 동물에 전달된 질소는 단백질의 구성 성분이 된다. 대기 중 질소는 토양 속의 세균을 통해 질산 이온으로 형태가 바뀌어 식물에 흡수된다.

**20** A층은 대류권, B층은 성층권, C층은 중간권이다.

**모범 답안** (1) 성층권, 성층권(B)에 있는 오존이 태양의 자외선을 흡수하기 때문에 성층권에서는 높이 올라갈수록 기온이 높아진다.

(2) A층, C층, 높이 올라갈수록 기온이 낮아지므로 대류가 활발하게 일어난다.

(3) A층, 대류가 활발하게 일어나고 수증기가 존재하므로 눈, 비와 같은 기상 현상이 나타난다.

채점 기준	배점
(1) B층의 이름을 쓰고, B층에서 높이 올라갈수록 기온이 높아지는 까닭을 옳게 서술한 경우	30%
	B층의 이름만 옳게 쓴 경우
(2) 대류가 활발한 층을 모두 고르고, 그 까닭을 옳게 서술한 경우	30%
	대류가 활발한 층만 모두 옳게 고른 경우
(3) 기상 현상이 나타나는 층을 고르고, 그 까닭을 옳게 서술한 경우	40%
	기상 현상이 나타나는 층만 옳게 고른 경우

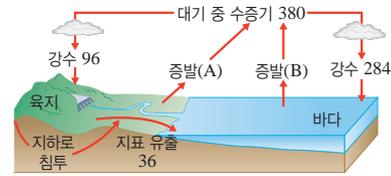
**21** **모범 답안** • 지구 내부 에너지는 화산 활동, 지진, 대륙의 이동 등을 일으킨다.

• 조력 에너지는 밀물과 썰물을 일으킨다.

채점 기준	배점
지구 내부 에너지와 조력 에너지가 일으키는 자연 현상을 각각 한 가지씩 옳게 서술한 경우	100%
지구 내부 에너지가 일으키는 자연 현상만 옳게 서술한 경우	50%
조력 에너지가 일으키는 자연 현상만 옳게 서술한 경우	50%

**22** **꼼꼼 문제 분석**

각 권에서 물을 얻은 양과 잃은 양은 같다.



- 육지: 강수량(96) = 바다로 유출되는 양(36) + 증발량(A)
- 바다: 지표에서 얻은 양(36) + 강수량(284) = 증발량(B)

**모범 답안** 육지에서 물을 얻은 양과 잃은 양은 같으므로  $96 = 36 + A$  이고, A는 60 단위이다. 바다에서 물을 얻은 양과 잃은 양은 같으므로  $36 + 284 = B$ 이고, B는 320 단위이다.

채점 기준	배점
A, B의 값을 계산 과정을 포함하여 모두 옳게 구한 경우	100%
A, B 중 한 가지만 옳게 구한 경우	50%

**23** 화산 가스 분출(A)은 지권에 있던 탄소가 기권으로 이동하는 과정이다. 이산화 탄소 용해(B)는 기권의 탄소가 수권으로 이동하는 과정이다. 석회암(C)은 수권에서 탄산 이온 형태로 존재하는 탄소가 지권으로 침전하여 생성된다.

**모범 답안** (가)는 기권, (나)는 지권, (다)는 수권이다.

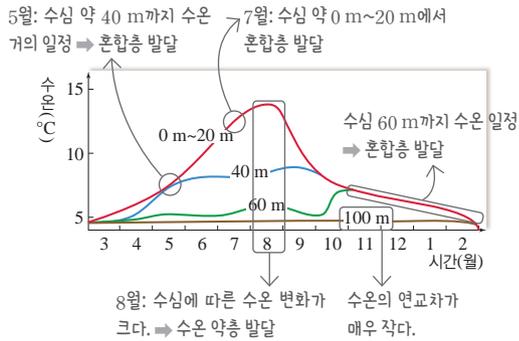
채점 기준	배점
(가)~(다)에 해당하는 구성 요소를 모두 옳게 서술한 경우	100%
(가)~(다) 중 두 가지만 옳게 서술한 경우	70%
(가)~(다) 중 한 가지만 옳게 서술한 경우	30%

**실력 UP 문제**

150~151쪽

- 01 ②    02 ②    03 ②    04 ⑤    05 ①    06 ②
- 07 ②    08 ①

**01** **공공 문제 분석**



ㄷ. 수심이 0 m → 40 m → 60 m → 100 m로 깊어질수록 1년 동안 수온 변화를 나타내는 세로축의 변화가 작아진다. 따라서 수심이 깊어질수록 수온의 연교차는 작아진다.

**바로알기** ㄱ. 5월에는 혼합층이 수심 40 m 정도까지 발달하고, 7월에는 수심 20 m 이하에서 혼합층이 발달한다. 따라서 혼합층은 5월이 7월보다 더 두껍게 형성된다. 혼합층은 바람이 강할수록 두꺼워지므로 바람은 7월보다 5월에 더 강하게 불었다.

ㄴ. 8월은 1년 중에서 수심에 따른 수온 변화선 사이의 간격이 가장 넓어 수온 약층이 가장 뚜렷하게 발달한다. 수온 약층은 매우 안정하여 해수의 연직 운동이 잘 일어나지 않으므로 8월에는 해수의 연직 혼합이 활발하지 않았다.

**02** ㄷ. 오존이 태양 복사의 자외선을 흡수하면서 기권은 대류권, 성층권, 중간권, 열권으로 더 복잡한 구조를 형성하였다. 따라서 기권의 층상 구조는 (나) 시기에 더 복잡해졌다.

**바로알기** ㄱ. 태양 복사의 자외선은 주로 오존층에서 차단되므로 (가) 시기에는 자외선이 지표까지 도달하였다.

ㄴ. 오존층이 형성된 까닭은 해양 생물의 광합성에 의해 대기의 산소 농도가 증가하였기 때문이다. 따라서 생물권은 (나) 시기 이전에 이미 형성되었다.

**03** ㄷ. 석회암은 탄산염을 포함한 생물체가 퇴적되어 만들어지거나 물속에 녹아 있던 탄산 이온이 침전되어 만들어지므로 생물권에서 지권으로의 작용(B) 또는 수권에서 지권으로의 작용(C)으로 생성된다.

**바로알기** ㄱ. (가)의 X 과정은 암석이 풍화·침식·운반·퇴적 작용을 거쳐 퇴적물이 만들어지는 과정이므로, 기권에서 지권으로의 작용(A)과 수권에서 지권으로의 작용(C)이 주로 영향을 미친다.

ㄴ. (가)의 Y 과정은 암석이 녹아 마그마가 생성되는 과정이므로 지구 내부 에너지에 의해 발생한다.

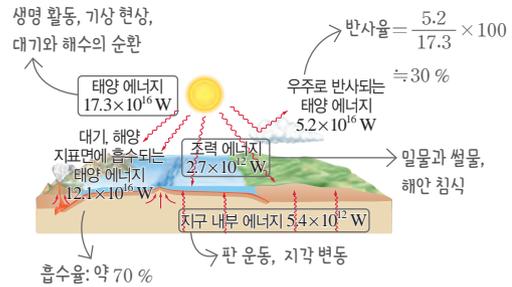
**04** ㉠ 하천수에 의한 침식은 수권에 의해 지권이 영향을 받는 상호 작용이고, ㉡ 표층 해류 발생은 기권에 의해 수권이 영향을 받는 상호 작용이다. 따라서 A는 수권, B는 지권, C는 기권이다.

ㄱ. 빙하는 물이 얼어 생성되므로 지구 시스템의 구성 요소 중 수권(A)에 속한다.

ㄴ. 지구 시스템 내에서 탄소의 대부분은 탄산 칼슘(석회암)의 형태로 지권(B)에 가장 많이 존재한다.

ㄷ. 화산 가스 분출은 지권(B)에서 발생한 화산 활동에 의해 기권(C)이 영향을 받는 상호 작용이므로 ㉡의 예에 해당한다.

**05** **공공 문제 분석**



ㄱ. 지구에 입사하는 태양 에너지( $17.3 \times 10^{16}$  W) 중 반사되는 양( $5.2 \times 10^{16}$  W)이 약 30%이므로 약 70%는 흡수되어 지구 환경에서 사용된다.

**바로알기** ㄴ. 습곡 산맥은 판 운동으로 형성되고, 판 운동은 지구 내부 에너지에 의해 일어난다.

ㄷ. 지구 시스템의 에너지원은 서로 전환되지 않으므로 지구 내부 에너지와 조력 에너지는 서로 전환되지 않는다.

**06** **공공 문제 분석**



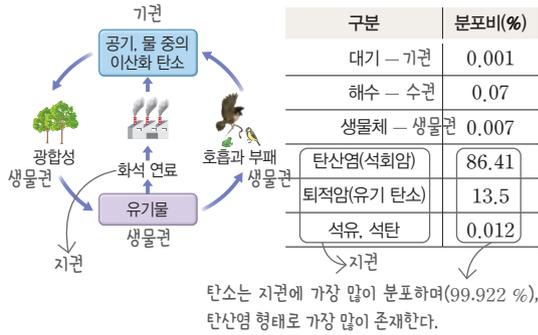
- 육지에서는 강수량 > 증발량이고, 바다에서는 증발량 > 강수량이다.
- 육지와 바다 모두 물의 유입량 = 유출량이다.

ㄷ. 육지와 바다에서 증발(A, B)한 물은 에너지를 방출하면서 응결하여 구름이 되고, 강수에 의해 다시 육지나 바다로 이동하며 지구 시스템의 각 권을 순환한다.

**바로알기** ㄱ. 육지나 바다에 관계없이 물의 증발은 태양 에너지에 의해 일어나므로 A와 B 과정은 모두 태양 에너지에 의해 일어난다.

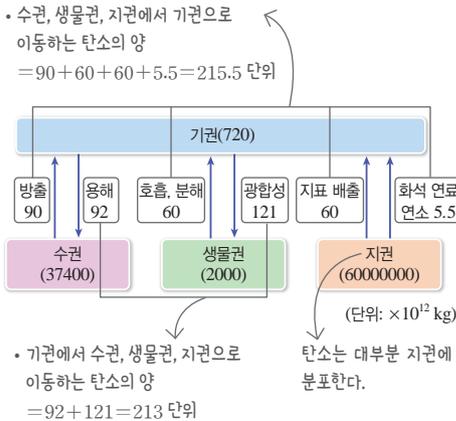
ㄴ. 물의 순환에서 바다가 얻는 물의 양과 잃는 양은 같다. 바다가 얻는 물의 양은 강수량 + 육지에서 유입량(C+D)이고, 바다가 잃는 물의 양은 증발량(B)이다. 따라서 B는 육지에서 얻는 유입량(C+D)보다 많다.

07 **공공 문제 분석**



- ㄴ. 지권에서 탄소는 탄산염(석회암), 퇴적암(유기 탄소), 석유, 석탄 등의 형태로 존재하며, 그 양은 전체 탄소의 99% 이상이다.  
**바로알기** ㄱ. 탄소는 기권에서 이산화 탄소나 메테인으로, 생물권에서 유기물의 형태로 존재한다.  
 ㄷ. 화석 연료의 사용량이 증가하면 지권의 탄소량이 감소하지만 기권의 탄소량이 증가하여 지구 전체의 탄소량은 일정하다.

08 **공공 문제 분석**



- 지구 시스템의 각 권에서는 상호 작용을 통해 탄소의 순환이 활발하게 일어나고 있다. 최근 들어 화석 연료의 사용량 증가로 기권의 탄소량이 증가하는 추세이다.  
 ㄱ. 지구 시스템에서 탄소는 대부분 탄산염 형태로 석회암 내에 포함되어 있으므로 고체 상태의 물질로 존재한다.  
**바로알기** ㄴ. 수권, 생물권, 지권에서 기권으로 이동하는 탄소량은 연간  $215.5 (= 90 + 60 + 60 + 5.5)$  단위이고, 기권에서 수권, 생물권, 지권으로 이동하는 탄소량은 연간  $213 (= 92 + 121)$  단위이다. 따라서 기권에 존재하는 탄소량은 연간 2.5 단위 증가하였다.  
 ㄷ. 사막화가 진행될수록 생물의 광합성량이 감소한다. 광합성량이 감소하면 기권에서 생물권으로 이동하는 탄소량이 감소하므로, 사막화는 기권의 탄소량을 증가시키는 역할을 한다.

2 **지권의 변화**

**개념 확인 문제** 154쪽

① 변동대 ② 일치 ③ 화산대 ④ 지진대 ⑤ 판 구조론  
 ⑥ 암석권 ⑦ 연약권 ⑧ 맨틀(연약권)

1 지구 내부 에너지 2 (1) ○ (2) × (3) × (4) ○ (5) × (6) ○  
 3 (1) × (2) ○ (3) ○ (4) × (5) ○ 4 A: 암석권(판), B: 연약권  
 5 (1) 두껍다 (2) 작다 (3) 태평양판 6 ㉠ 온도, ㉡ 작아, ㉢ 커

- 1 화산 활동과 지진은 한 지점에 축적되어 있던 지구 내부 에너지가 급격히 방출될 때 일어나는 현상이다.
- 2 (1) 지각 변동이 자주 일어나는 지역을 변동대라고 하므로 변동대에서는 화산 활동과 지진이 활발히 일어나고 있다.  
 (2) 화산대와 지진대는 거의 일치한다.  
 (3) 화산 활동이 일어나면 마그마가 분출하는 과정에서 지반의 진동이 동반되므로 지진이 발생하지만, 지진이 발생하는 곳에서 반드시 화산 활동이 일어나는 것은 아니다.  
 (4) 대륙의 중앙부는 안정한 지대로, 지진대나 화산대가 거의 분포하지 않는다. 지진대나 화산대는 주로 대륙의 주변부에 분포한다.  
 (5) 전 세계 화산 활동의 약 80%가 환태평양 화산대에서 발생하고 있다.  
 (6) 판 경계에서는 판의 상대적인 운동에 따라 지각 변동이 활발하게 일어나므로 변동대는 판 경계와 대체로 일치한다.
- 3 (1) 지구 표면은 크고 작은 10여 개의 판으로 이루어져 있다.  
 (2) 판의 이동 속력은 약 1 cm/년 ~ 10 cm/년이다.  
 (3) 판은 암석권의 조각으로, 암석권은 지각과 상부 맨틀의 일부로 구성되어 있다. 따라서 판에는 지각이 포함된다.  
 (4) 지각과 상부 맨틀의 일부를 포함하는 두께 약 100 km의 단단한 부분을 암석권이라고 하고, 암석권 아래에 깊이 약 100 km ~ 400 km의 유동성이 있는 부분을 연약권이라고 한다.
- 4 A는 지각과 상부 맨틀의 일부를 포함하는 두께 약 100 km의 부분이므로 암석권이고, B는 연약권이다.
- 5 (1) 대륙 지각은 해양 지각보다 두께가 두껍다. 대륙판은 대륙 지각을 포함하므로 해양 지각을 포함하는 해양판보다 두께가 두껍다.  
 (2) 대륙 지각은 해양 지각보다 밀도가 작다. 대륙판은 대륙 지각을 포함하므로 해양 지각을 포함하는 해양판보다 밀도가 작다.  
 (3) 유라시아판은 대륙판이고, 태평양판은 해양판이다.

6 판은 맨틀(연약권)에서 일어나는 대류에 의해 이동하며, 맨틀 상부와 하부의 온도 차이로 대류가 일어난다. 맨틀 대류를 따라 판이 이동하면서 맨틀 대류의 상승부에서 판이 멀어지고, 맨틀 대류의 하강부에서 판이 모이면서 지각 변동이 일어난다.

개념 확인 문제

159쪽

- ① 발산 ② 상승 ③ 수렴 ④ 하강 ⑤ 보존 ⑥ 해령  
 ⑦ 천발 지진 ⑧ 변환 단층 ⑨ 해구 ⑩ 습곡 산맥  
 ⑪ 화산 활동 ⑫ 화산 쇄설물 ⑬ 지진

- 1 (1) D (2) A, B, E (3) C 2 (1) ㄴ, ㄷ (2) ㄱ, ㄹ, ㅁ 3 (1) ㉠  
 (2) ㉡ (3) × 4 (1) × (2) ㉠ (3) × (4) ㉡ 5 ㉠ 섭입형.  
 ㉢ 해양판, ㉣ 대륙판 6 (1) ㉠ (2) ㉡ (3) × 7 ㉢

1 A는 히말라야산맥, B는 일본 해구, C는 산안드레아스 단층, D는 대서양 중앙 해령, E는 안데스산맥이 나타나는 판 경계이다.

- (1) D는 판과 판이 서로 멀어지고 있으므로 발산형 경계이다.  
 (2) A, B, E는 판과 판이 서로 가까워지고 있으므로 수렴형 경계이다.  
 (3) C는 판과 판이 서로 어긋나고 있으므로 보존형 경계이다.

2 (1) 두 판이 서로 멀어지는 판 경계는 발산형 경계이고, 발산형 경계에서 형성되는 지형은 열곡대(ㄴ), 해령(ㄷ)이다.  
 (2) 두 판이 서로 가까워지는 판 경계는 수렴형 경계이고, 수렴형 경계에서 형성되는 지형은 해구(ㄱ), 습곡 산맥(ㄹ), 호상 열도(ㅁ)이다.

3 (1) 발산형 경계에서는 고온의 마그마가 해령 정상부의 열곡을 따라 분출하면서 새로운 판이 만들어진다.  
 (3) 발산형 경계는 맨틀 대류가 상승하는 곳으로, 판이 양쪽으로 갈라지면서 V자 모양의 골짜기인 열곡이 형성된다.

- 4 (1) 보존형 경계에서는 마그마가 생성되지 않으므로 화산 활동이 일어나지 않는다.  
 (2) 보존형 경계는 맨틀 대류가 상승하거나 하강하는 곳이 아니므로 판이 생성되거나 소멸되지 않는다.  
 (3) 보존형 경계에서는 해령이 끊기면서 해령에 수직으로 변환 단층이 발달한다.  
 (4) 변환 단층을 따라 판 경계에서 마찰이 일어나므로 천발 지진이 발생한다.

5 대륙판과 해양판이 모이면 밀도가 큰 해양판이 밀도가 작은 대륙판 아래로 비스듬히 섭입한다.

- 6 (1) 화산 활동으로 형성된 온천과 독특한 지형은 관광 자원으로 이용되기도 한다.  
 (2) 화산 부근에서는 마그마가 식으면서 형성된 광상(화성 광상)으로부터 유용한 광물을 얻을 수 있다.  
 (3) 화산 활동이 일어나면서 대기로 방출된 다량의 화산재는 햇빛을 가려 지구의 평균 기온을 일시적으로 낮춘다.

7 지진이 발생하면 누전이나 합선으로 화재가 발생할 수 있고, 지반이 붕괴되거나 산사태가 발생할 수도 있으며, 해저 지진이 발생하면 지진 해일이 발생할 수 있다.  
 ③ 지진이 기온 변화를 일으키는 것은 아니다. 화산 활동으로 분출된 화산재에 의해 기온이 일시적으로 하강하기도 한다.

160쪽

완자샘  
**비법 특강** Q1 I, J, K, L  
 Q2 A, B, C, D, E, F

Q1 판이 생성되는 곳은 맨틀 대류가 상승하면서 마그마가 생성되는 발산형 경계이다.

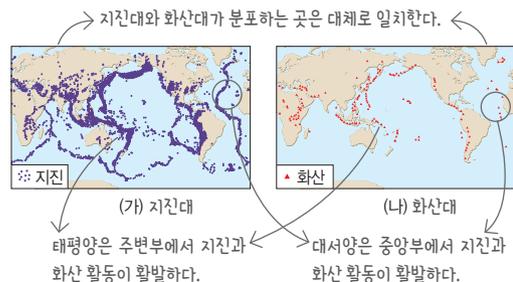
Q2 맨틀 대류가 하강하는 곳은 판이 모여들면서 가까워지는 수렴형 경계이다.

내신 안정 문제

161~164쪽

- 01 ⑤ 02 ④ 03 ③ 04 ① 05 ② 06 ⑤  
 07 A: 습곡 산맥, B: 해구, C: 변환 단층, D: 해령 08 ①  
 09 ③ 10 ③ 11 ③ 12 ⑤ 13 ① 14 ③  
 15 ③ 16 ② 17 ① 18 ④ 19 해설 참조 20 해설 참조  
 21 해설 참조

01 공공 문제 분석



ㄱ. 지진과 화산 활동은 주로 판의 경계부에서 일어나므로 지진 대와 화산대는 대체로 일치한다.

ㄴ. 태평양 연안에서는 수렴형 경계가 발달해 있어 지각 변동이 매우 활발하게 일어난다. 반면에, 대서양 연안에서는 판 경계가 거의 없기 때문에 지각 변동이 거의 발생하지 않는다.

ㄷ. 지진이 발생한 지점 중 화산이 분포하지 않는 지점이 있으므로 지진은 일어나지만 화산 활동은 일어나지 않는 지역도 있다.

**02** 화산대와 지진대는 거의 일치하는데, 이는 화산 활동과 지진이 대부분 판의 상대적인 운동으로 판 경계에서 발생하기 때문이다.

**03** ③ 맨틀의 연약권에서 대류가 일어나 연약권 위에 떠 있는 판이 대류를 따라 이동한다.

**바로알기** ① 판들은 서로 다른 방향과 속력으로 이동한다.

② 판은 지각과 상부 맨틀의 일부를 포함하는 두께 약 100 km의 부분이므로 판의 두께는 지각의 두께보다 두껍다.

④ 판의 중앙부에서는 지각 변동이 드물게 일어나고, 판 경계에서는 인접한 판의 운동으로 지각 변동이 활발하게 일어난다.

⑤ 지구의 표면은 여러 개의 크고 작은 판으로 이루어져 있다.

**04** **꼼꼼 문제 분석**



① 판은 지각(A)과 상부 맨틀의 일부(B)를 포함한다.

**바로알기** ② 맨틀 대류가 일어나는 곳은 연약권(C)이다.

③ 연약권(C)은 맨틀 물질이 부분 용융되어 유동성이 있는 고체 상태이다.

④ 연약권(C)은 암석권(A+B)에 비해서 밀도가 크다.

⑤ 대륙판은 해양판에 비해서 두께가 두껍고, 밀도가 작다.

**05** (가) 맨틀 대류의 하강부에서는 판이 수렴하면서 해구, 호상 열도, 습곡 산맥이 형성된다.

(나) 맨틀 대류의 상승부에서는 새로운 지각이 생성되면서 열곡대나 해저 산맥인 해령이 형성되어 양쪽으로 판이 이동한다.

**06** (가)는 두 판이 어긋나는 보존형 경계, (나)는 두 판이 멀어지는 발산형 경계, (다)는 두 판이 가까워지는 수렴형 경계이다.

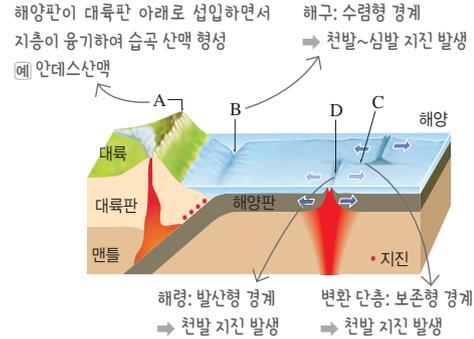
ㄷ. (다) 수렴형 경계에서는 판이 가까워지면서 밀도가 큰 판이 밀도가 작은 판 아래로 섭입하여 해구가 형성되고, 양쪽에서 미는 힘에 의해 지각이 융기하여 습곡 산맥이 형성될 수 있다.

ㄹ. 판 경계에서는 공통적으로 지진이 발생한다.

**바로알기** ㄱ. (가) 보존형 경계에서는 두 판이 어긋나면서 마찰이 일어나 천발 지진이 자주 발생하고, 화산 활동은 거의 일어나지 않는다.

ㄴ. (나) 발산형 경계에서는 맨틀 물질이 상승하면서 판을 양쪽으로 밀어내어 판이 양쪽으로 멀어지면서 이동한다.

**[07~08] 꼼꼼 문제 분석**



**07** A와 B는 판의 수렴형(섭입형) 경계 지역으로, A에서는 습곡 산맥이, B에서는 해구가 형성된다. C는 보존형 경계 지역으로, 해령을 거의 수직으로 끊고 있는 변환 단층이 형성된다. D는 발산형 경계 지역으로 해저 산맥인 해령이 형성된다.

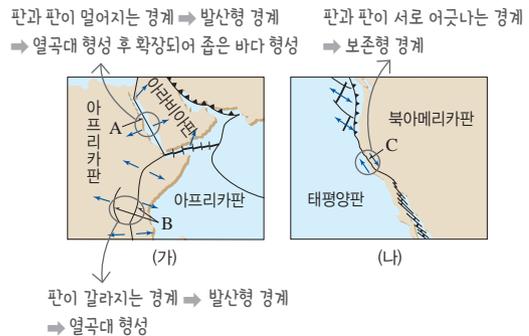
**08** ㄱ. A는 수렴형(섭입형) 경계 부근이므로 A에서는 안데스 산맥과 같은 습곡 산맥이 형성된다.

ㄴ. C는 변환 단층이 나타나는 보존형 경계 지역으로, 보존형 경계에서는 천발 지진이 활발하지만 마그마가 생성되지 않아 화산 활동은 일어나지 않는다.

**바로알기** ㄷ. 발산형 경계 지역인 D에서는 판과 판이 멀어지면서 새로운 해양 지각이 생성된다.

ㄹ. 수렴형(섭입형) 경계 지역인 B에서는 천발~심발 지진이, 보존형 경계 지역인 C에서는 천발 지진이, 발산형 경계 지역인 D에서는 천발 지진이 발생한다. 따라서 B, C, D에서는 모두 천발 지진이 발생한다.

**09** **꼼꼼 문제 분석**

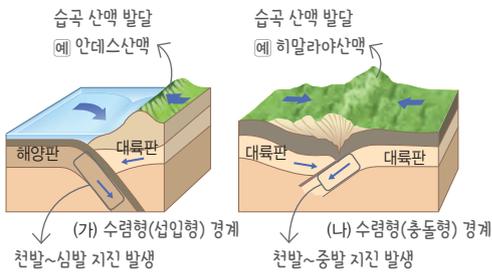


ㄱ. A는 대륙판인 아프리카판과 대륙판인 아라비아판이 멀어지는 발산형 경계(홍해)이고, B는 대륙판인 아프리카판이 둘로 갈라지는 발산형 경계(동아프리카 열곡대)이다. C는 태평양판과 북아메리카판이 서로 어긋나며 이동하는 보존형 경계(산안드레아스 단층)이다.

ㄷ. B에서는 대륙판이 갈라지면서 열곡대가 발달하며, 시간이 지나면 열곡대가 점점 넓고 깊어져 홍해와 같은 좁은 바다를 형성할 것이다.

**바로알기** ㄴ. 화산 활동은 발산형 경계인 A와 B에서 활발하게 일어나고, 보존형 경계인 C에서는 거의 일어나지 않는다.

### 10 품공 문제 분석



ㄴ. (나) 수렴형(충돌형) 경계는 맨틀 물질의 하강이 있는 곳에서 발달한다.

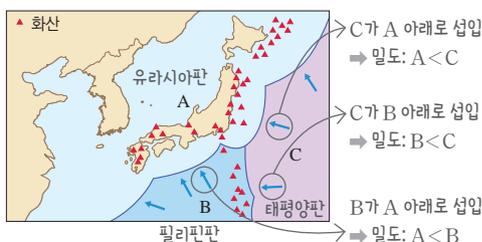
ㄷ. (가)에서는 해양판이 대륙판 아래로 깊이 섭입하므로 마그마가 생성되어 화산 활동이 활발하고, (나)에서는 밀도가 비슷한 두 대륙판이 서로 충돌하여 판이 깊은 곳까지 섭입하지 않으므로 마그마가 생성되기 어려워 화산 활동이 거의 일어나지 않는다.

**바로알기** ㄱ. (가)는 해양판이 대륙판 아래로 섭입하는 섭입형 경계이고, (나)는 대륙판과 대륙판이 충돌하는 충돌형 경계이다. 따라서 (가)와 (나)는 모두 판과 판이 모여드는 수렴형 경계이다.

ㄷ. (가)에서는 섭입대를 따라 천발~심발 지진이 발생하고, (나)에서는 지층이 휘어지거나 끊어지면서 천발~중발 지진이 발생한다. 따라서 심발 지진은 (나) 충돌형 경계보다 (가) 섭입형 경계에서 자주 발생한다.

### 11 품공 문제 분석

섭입형 경계에서는 밀도가 큰 판이 밀도가 작은 판 아래로 섭입하면서 밀도가 작은 판 쪽에서 화산 활동이 일어난다.



▶ 화산

C가 A 아래로 섭입

⇒ 밀도:  $A < C$

C가 B 아래로 섭입

⇒ 밀도:  $B < C$

B가 A 아래로 섭입

⇒ 밀도:  $A < B$

ㄱ. A와 B가 가까워지고 있으므로 A와 B의 경계는 수렴형 경계이다.

ㄷ. C가 B 아래로 섭입하므로 B와 C의 경계를 따라 해구가 발달한다.

**바로알기** ㄴ. 판 A에서 화산 활동이 일어나므로 C가 A 아래로 섭입하고 있으며, 판의 평균 밀도는 A보다 C가 더 크다.

### [12~13] 품공 문제 분석

경계부의 두 판	발산형 경계	수렴형 경계	보존형 경계
대륙판과 대륙판	A 열곡대	B 습곡 산맥	
대륙판과 해양판		C 해구, 호상 열도, 습곡 산맥	
해양판과 해양판	D 해령	해구, 호상 열도	E 변환 단층
지진	천발 지진	천발~중발(B) 천발~심발(C)	천발 지진
판 생성	판 생성	판 소멸(C)	판 보존

12 ① 동아프리카 열곡대는 대륙판과 대륙판이 발산하는 곳(A)이다.

② 히말라야산맥은 대륙판과 대륙판이 수렴하는 곳(B)이다.

③ 일본 해구는 대륙판과 해양판이 수렴하는 곳(C)이다.

④ 동태평양 해령은 해양판과 해양판이 발산하는 곳(D)이다.

**바로알기** ⑤ 마리아나 제도는 해양판과 해양판의 수렴형 경계에서 생성된 호상 열도이다. E는 변환 단층에 해당한다.

13 ㄱ. A, D는 발산형 경계, E는 보존형 경계에서 형성되는 지형이다. 발산형 경계와 보존형 경계에서는 천발 지진이 발생하지만 심발 지진은 발생하지 않는다.

**바로알기** ㄴ. 태평양 주변부에서는 해양판이 대륙판 아래로 섭입하거나 해양판이 해양판 아래로 섭입하므로 C와 같은 지형이 발달되어 있다.

ㄷ. E가 형성되는 보존형 경계에서는 판이 생성되거나 소멸하지 않는다.

14 화산 분출물 중 A는 기체인 화산 가스, B는 고체인 화산 쇄설물, C는 액체인 용암이다.

ㄱ. 화산 가스(A)의 성분 중 이산화 탄소, 이산화 황이 빗물에 녹으면 산성을 띠는 산성비가 내린다. 따라서 화산 가스는 산성비의 원인이 될 수 있다.

ㄷ. 용암(C)의 점성이 클수록 유동성이 감소하여 경사가 급한 화산체를 형성한다.

**바로알기** ㄴ. 화산 쇄설물(B) 중 화산진과 화산재가 성층권에 오래 머물면 지표에 입사하는 태양 빛이 감소하여 지표 부근의 기온이 하강한다.

15 ㄱ. (가) 화산 가스에 포함된 황화 수소 등의 유독 가스는 사람과 가축의 질식사를 일으킬 수 있다.

ㄴ. (나) 용암류는 지표를 따라 흐르면서 도로 및 건물을 파괴하고 화재를 일으켜 재산 피해를 입힌다.

**바로알기** ㄷ. (다) 화산재는 토양을 비옥하게 하여 농작물이 자라는 데 도움을 주기도 한다.

16 ㄷ. 지진에 의한 피해는 진도가 클수록 크므로 B 지역이 A 지역보다 크다.

**바로알기** ㄱ. 진도는 지진에 의한 피해 정도를 기준으로 구분하며, 피해가 클수록 진도가 커진다. 지진 발생시 진원으로부터 방출된 에너지양을 기준으로 구분하는 것은 규모이며, 방출된 에너지양이 많을수록 규모가 커진다.

ㄴ. 지진의 규모는 동일한 지진이라면 진앙으로부터의 거리에 관계없이 어디에서나 같으므로 A 지역과 B 지역에서 같다.

17 ② 인공 지진의 지진파를 이용하여 지구 내부 구조를 파악할 수 있다.

③ 지진이 일어나면 진동에 의해 가스관이 파괴되거나 전선이 끊어져 가스 누출, 전기 누전 등으로 화재가 발생하기도 한다.

④ 해저에서 발생한 지진으로 인해 지진 해일이 발생하여 해안 지역에 피해를 입히기도 한다.

⑤ 인공 지진을 이용하여 천연가스, 석유 등 지하자원이 매장된 지역을 찾을 수 있다.

**바로알기** ① 산성비가 내려 생태계에 피해를 주는 것은 화산 활동에 의한 피해이다.

18 ㄱ. 화산 주변에 제방을 쌓으면 화산재나 화산 가스에 섞여 흐르는 화산 쇄설류 등이 흘러 발생하는 피해를 줄일 수 있다.

ㄷ. 인공위성으로 지형 변화를 감시하여 지진 발생 등에 대처한다.

ㄴ. 건물에 내진 설계를 하면 지진으로 인한 흔들림으로 건물이 파괴되는 것을 줄일 수 있다.

**바로알기** ㄴ. 활성 단층 지역은 지진이 발생하기 쉬우므로 이 지역을 피해 건물을 지어야 한다.

19 판은 지각과 상부 맨틀의 일부를 포함하는 암석권의 조각을 말한다. 판 경계는 판의 상대적인 이동에 따라 구분하는데, 판이 서로 멀어지는 발산형 경계, 판이 서로 가까워지는 수렴형 경계, 판이 서로 어긋나면서 이동하는 보존형 경계로 나뉜다.

**모범 답안** (1) A: 암석권, B: 가까워진다, C: 발산형 경계  
(2) 맨틀(연약권)에서 대류가 일어나 연약권 위에 떠 있는 판(암석권)이 대류를 따라 이동한다.

채점 기준	배점
(1) A~C를 옳게 쓴 경우	50 %
(2) 판 이동의 원동력을 판의 구조로 옳게 서술한 경우	50 %

20 해령이 발달하는 판의 발산형 경계(A)에서는 마그마가 상승하여 화산 활동이 활발하고, 천발 지진이 발생한다. 해구가 발달하는 판의 수렴형 경계(B)에서는 화산 활동이 활발하고, 판이 깊은 곳까지 섭입하여 천발~심발 지진이 발생한다. 해양 지각은 해령에서 생성되어 해령을 축으로 양쪽으로 이동하다가 해구에서 소멸한다. 그러므로 해령에서 해구로 갈수록 해양 지각의 나이가 많아지고, 해저 퇴적물의 두께도 두꺼워진다.

**모범 답안** (1) A: 해령, B: 해구, A 부근에서는 화산 활동과 천발 지진이 일어나고, B 부근에서는 화산 활동과 천발~심발 지진이 일어난다.  
(2) A에서 B로 갈수록 해양 지각의 나이가 많아진다.

채점 기준	배점
(1) A와 B에서 발달하는 지형을 모두 옳게 쓰고, A와 B 부근에서 일어나는 지각 변동을 옳게 서술한 경우	50 %
A와 B에서 발달하는 지형만 옳게 쓴 경우	20 %
(2) A에서 B로 갈수록 해양 지각의 나이 변화를 옳게 서술한 경우	50 %

21 **모범 답안** 지권과 기권의 상호 작용, 항공기 운항에 차질이 생긴다. 햇빛을 차단하여 지구의 기온이 하강한다. 농작물의 성장을 저해할 수 있다.

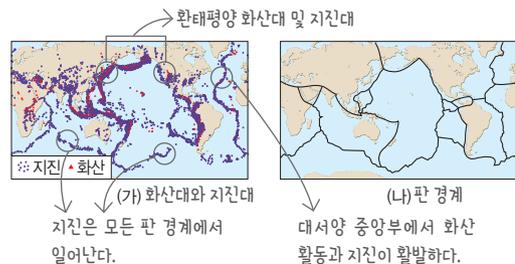
채점 기준	배점
화산재가 퍼져 나가는 데 작용한 두 권역을 모두 옳게 쓰고, 화산재로 인한 피해 두 가지를 옳게 서술한 경우	100 %
화산재로 인한 피해 두 가지만 옳게 서술한 경우	60 %
화산재가 퍼져 나가는 데 작용한 두 권역만 옳게 쓴 경우	40 %

## 실력 UP 문제

165쪽

01 ⑤ 02 ① 03 ④ 04 ①

### 01 공공 문제 분석



① (가)에서 화산대와 지진대는 (나)의 판 경계 지역을 따라 좁고 긴 띠 모양으로 분포하고 있다.

② (가)에서 환태평양 연안의 화산대와 지진대는 거의 일치한다.

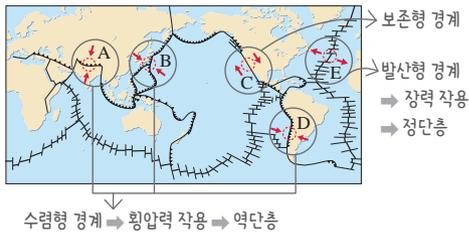
③ 지진과 화산 활동은 주로 판의 상호 작용으로 일어나므로 주로 판 경계에서 발생한다.

④ 대서양은 중앙부에 판 경계가 분포하고 있어서 지진과 화산 활동 등의 지각 변동이 활발하다. 반면에, 대서양 연안에는 판 경계가 분포하지 않아 지각 변동이 활발하지 않다.

**바로알기** ⑤ 지진은 모든 판 경계에서 일어나지만, 화산 활동은 발산형 경계와 수렴형(섭입형) 경계에서 주로 일어난다. 따라서 판 경계를 추정하기 위해서는 화산대의 분포보다 지진대의 분포 자료가 더 유용하다.

## 02 품공 문제 분석

- A: 히말라야산맥 → 대륙판과 대륙판의 수렴형(충돌형) 경계
- B: 일본 해구 → 대륙판과 해양판의 수렴형(섭입형) 경계
- C: 산안드레아스 단층 → 보존형 경계
- D: 페루-칠레 해구 → 해양판과 대륙판의 수렴형(섭입형) 경계
- E: 대서양 중앙 해령 → 해양판과 해양판의 발산형 경계



ㄱ. A에서는 두 대륙판이 충돌하면서 습곡 산맥이 발달하고, B에서는 대륙판 아래로 해양판이 섭입하면서 해구가 발달한다.

ㄴ. B는 해양판이 대륙판 아래로 섭입하는 수렴형 경계로, 천발~심발 지진이 발생한다. C는 두 판이 서로 어긋나는 보존형 경계로, 천발 지진이 발생한다. 따라서 진원의 평균 깊이는 B가 C보다 깊다.

**바로알기** ㄷ. 인접한 두 판의 밀도 차는 밀도가 큰 해양판과 밀도가 작은 대륙판이 인접한 D가 두 해양판이 인접한 E보다 크다.

ㄹ. A에서는 횡압력이 작용하므로 역단층이 주로 나타나고, E에서는 장력이 작용하므로 정단층이 주로 나타난다.

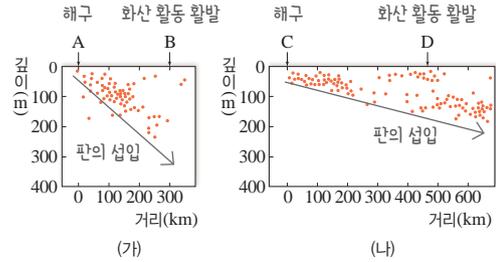
**03** ㄱ. (가) 화산 가스는 대부분(약 70%~90%) 수증기이고, 그 밖에 이산화 탄소, 이산화 황, 염소 기체 등이 포함되어 있다.

ㄴ. (나) 용암은 온도가 높을수록 유동성이 커서 잘 흘러내리므로 경사가 완만한 화산체를 형성한다.

**바로알기** ㄷ. (가)~(다) 중 토양의 성질과 기후 변화에 미치는 영향은 (나) 용암이 가장 작다. (가) 화산 가스는 대기 성분을 변화시키고, (다) 화산재는 햇빛을 차단하여 기후를 변화시킨다. 또한, 화산재에는 인, 칼륨 등이 풍부하여 토양을 비옥하게 한다.

## 04 품공 문제 분석

수렴형 경계에서는 섭입대를 따라 지진이 발생한다.



ㄱ. 해구에서는 천발 지진이 발생하지만 대륙 쪽으로 갈수록 지진 발생 지점의 깊이가 깊어져 심발 지진이 발생한다. 따라서 해구는 (가)에서 B보다 A에 가까운 곳에 있다.

**바로알기** ㄴ. 해양판이 대륙판 아래로 섭입해 들어가는 과정에서 만들어진 마그마가 분출하여 화산 활동이 일어나므로, 화산 활동은 C보다 D에서 활발하게 일어난다.

ㄷ. 수평 거리가 같을 때 지진이 발생한 평균 깊이는 (가)가 (나)보다 깊으므로 해양판이 섭입해 들어가는 평균 기울기는 (가)가 (나)보다 크다.

### 중단원 핵심 정리

166쪽

- ① 중간권 ② 지진파 ③ 수권 ④ 수온 약층 ⑤ 지구 자기장
- ⑥ 광합성 ⑦ 지구 내부 에너지 ⑧ 태양 에너지 ⑨ 지구 내부
- ⑩ 판 경계 ⑪ 판 ⑫ 맨틀(연약권) ⑬ 발산형 ⑭ 천발 지진
- ⑮ 습곡 산맥

### 중단원 마무리 문제

167~170쪽

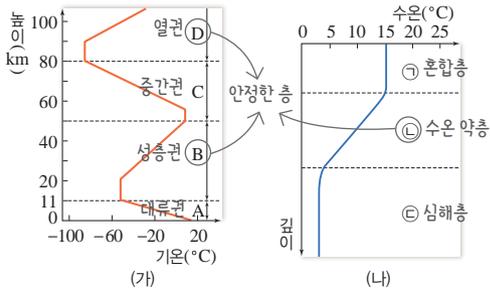
- 01 ④ 02 ① 03 ③ 04 ⑤ 05 해설 참조 06 ①
- 07 ③ 08 ② 09 ⑤ 10 ⑤ 11 ② 12 해설 참조
- 13 ⑤ 14 ② 15 해설 참조 16 ⑤ 17 ⑤

**01** ㄴ. A층은 성층권, B층은 대류권, C층은 핵이다.

ㄷ. 핵(C)은 철과 니켈로 구성되어 있으며, 구성 물질의 상태에 따라 액체 상태의 외핵과 고체 상태의 내핵으로 구분된다.

**바로알기** ㄱ. 기권은 높이에 따른 기온 분포를 기준으로, 지권은 깊이에 따른 지진파의 속도 변화를 기준으로 구분한다.

**02** **꼼꼼 문제 분석**



- ② 낮과 밤의 온도 차는 열권(D)에서 가장 크게 나타난다.
  - ③ 심해층(㉢)은 태양 복사 에너지가 거의 도달하지 않아 계절이나 깊이에 따른 수온 변화가 거의 없다.
  - ④ 성층권(B)은 높이 올라갈수록 기온이 높아지고, 수온 약층(㉡)은 수심이 깊어질수록 수온이 낮아지므로 두 층 모두 아래쪽의 온도가 낮아 안정한 층이다.
  - ⑤ 혼합층(㉠)은 바람의 세기에 따라 두께가 달라진다. 기권 중 바람이 불며 혼합층과 맞닿아 있는 층은 대류권(A)이다.
- 바로알기** ① 중간권(C)에서는 대류가 일어나지만 수증기가 거의 없어 기상 현상이 나타나지 않는다. 기상 현상이 나타나는 층은 대류권(A)이다.

- 03** A는 우주에서 지구로 들어오는 우주선을 차단하는 자기권이고, B는 태양으로부터 오는 자외선을 흡수하는 오존층이다.
- ㄱ. 지구 자기권(A)은 외권에 속하고, 오존층(B)은 기권에 속한다.
  - ㄴ. 지구상의 생명체는 수권이 형성된 후 바다에서 탄생하였고, 기권에 오존층이 형성되어 지표로 들어오는 태양 복사의 자외선이 차단되면서 바다에서 살던 생물이 육상으로 진출할 수 있게 되었다.
- 바로알기** ㄴ. 지구 자기권(A)은 철과 니켈 등으로 이루어진 액체 상태의 외핵이 운동하면서 형성되었다. 광합성을 하는 생물에 의해 형성된 것은 오존층(B)이다.

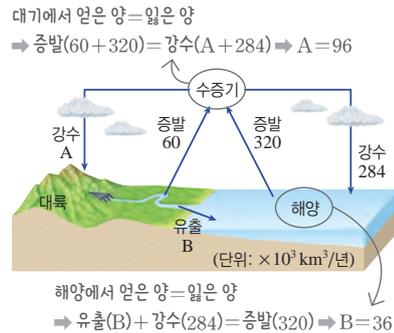
- 04** ① 화산 폭발로 발생한 먼지에 의해 기온이 낮아지는 것은 지권과 기권의 상호 작용(A)에 해당한다.
- ② 물속에 녹아 있던 탄산 이온이 침전되어 석회암이 형성되는 것은 수권과 지권의 상호 작용(B)에 해당한다.
  - ③ 저위도 해상에서 증발한 수증기가 응결하여 태풍이 발생하므로 태풍의 발생은 수권과 기권의 상호 작용(C)에 해당한다.
  - ④ 식물이 대기 중 이산화 탄소를 흡수하여 광합성을 하고 산소를 방출하는 것은 기권과 생물권의 상호 작용(D)에 해당한다.
- 바로알기** ⑤ 해저 지진으로 인해 해일이 발생하는 것은 지권과 수권의 상호 작용(B)에 해당한다. E(지권과 생물권의 상호 작용)의 예로는 화석 연료의 생성 등이 있다.

- 05** **모범 답안** (1) (가) 태양 에너지 (나) 지구 내부 에너지 (다) 조력 에너지. 지구 시스템의 에너지원 중 태양 에너지가 가장 많은 양을 차지한다.
- (2) 조력 에너지에 의해 발생하는 현상에는 밀물과 썰물이 있다.
  - (3) (가)의 근원은 태양의 수소 핵융합 반응, (나)의 근원은 지구 내부의 방사성 원소의 붕괴열, (다)의 근원은 달과 태양의 인력이다.

채점 기준	배점
(1) (가)~(다)를 모두 옳게 쓰고, 가장 많은 양을 차지하는 에너지원을 옳게 서술한 경우	50 %
(가)~(다)만 모두 옳게 쓴 경우	30 %
(2) ㉠에 해당하는 현상 한 가지를 옳게 서술한 경우	20 %
(가)~(다)의 근원을 모두 옳게 서술한 경우	30 %
(3) (가)~(다)의 근원 중 한 가지만 옳게 서술한 경우	10 %

- 06** ② 표층 해류는 해수면 위에서 지속적으로 부는 바람에 의해 발생하므로 기권과 수권의 상호 작용에 해당한다.
- ③ 태양 에너지는 지구 환경에 가장 큰 영향을 주는 에너지이다.
  - ④ 화산 활동으로 이산화 탄소가 포함된 화산 가스가 대기에 공급되므로 탄소는 화산 활동에 의해 지권에서 기권으로 이동한다.
  - ⑤ 지구 내부 에너지에 의해 대륙의 이동, 지진과 화산 활동, 판 운동 등이 일어난다.
- 바로알기** ① 지구 시스템의 에너지원은 서로 독립적이므로, 한 에너지가 다른 에너지로 전환되지 않는다.

**07** **꼼꼼 문제 분석**



- ㄱ. 대륙에서 얻은 양과 잃은 양이 같으므로  $A = 60 + B$ 이고,  $A - B = 60$ 이다.
  - ㄴ. 증발량이 대륙보다 해양에서 더 많으므로 습윤열의 형태로 대기 중으로 이동하는 열에너지도 대륙보다 해양에서 더 많다.
- 바로알기** ㄴ. 해양에서는 증발량(320)이 강수량(284)보다 많지만, 그 차이만큼의 물(36)이 대륙에서 해양으로 유입되므로 시간이 지나도 해수의 양은 일정하게 유지된다.

- 08** ㄴ. 이산화 탄소를 흡수하여 광합성을 하므로 탄소는 식물의 광합성 작용으로 기권에서 생물권으로 이동(A)하고, 생물의 호흡으로 이산화 탄소가 발생하므로 탄소는 호흡으로 생물권에서 기권으로 이동(B)한다.

**바로알기** ㄱ. 탄소는 기권에서 이산화 탄소, 지권에서 석회암이나 화석 연료, 수권에서 탄산 이온, 생물권에서 유기물의 형태로 존재한다.

ㄷ. 수온이 높을수록 기체의 용해도가 감소하므로 이산화 탄소의 방출이 용해보다 활발하게 일어난다.

**09** ㄴ. 우유의 움직임은 맨틀(연약권) 대류에 해당한다.

ㄷ. A는 우유가 상승하는 곳에서 표면이 갈라지므로 판의 발산형 경계에 해당하며, 발산형 경계에서는 해령이나 열곡대가 발달한다.

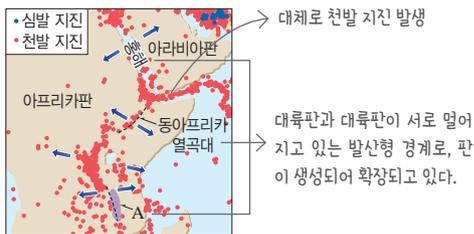
ㄹ. B는 우유가 하강하는 곳으로, 맨틀 대류의 하강부인 판의 수렴형 경계에 해당한다.

**바로알기** ㄱ. 코코아 가루로 덮인 표면은 지각과 맨틀 상부로 이루어진 암석권(판)에 해당하고, 코코아 가루가 우유를 따라 움직이므로 우유는 맨틀 중 연약권에 해당한다.

**10** ㄴ. B는 화산 활동은 활발하지만 심발 지진은 일어나지 않는 곳이므로 발산형 경계이다. D는 화산 활동이 활발하지 않고 맨틀 대류가 하강하지 않는 곳이므로 보존형 경계이다. 발산형 경계(B)에는 해령이, 보존형 경계(D)에는 변환 단층이 발달한다. ㄷ. C는 화산 활동이 활발하지 않고 맨틀 대류가 하강하는 곳이므로 충돌형 수렴 경계이다. 충돌형 수렴 경계는 두 대륙판이 충돌하는 경계로, 히말라야산맥이 이에 해당한다.

**바로알기** ㄱ. A는 화산 활동이 활발하고 심발 지진이 일어나므로 섭입형 수렴 경계이다. 대륙판과 대륙판은 밀도가 비슷하여 충돌하므로 화산 활동이나 심발 지진은 거의 일어나지 않는다.

**11** **공공 문제 분석**



② 발산형 경계는 맨틀 대류가 상승하는 지역이므로 이 지역에서는 화산 활동이 활발할 것이다.

**바로알기** ① 홍해를 경계로 아프리카판과 아라비아판이 서로 멀어지고 있으므로, 홍해는 발산형 경계에 해당한다.

③ 동아프리카 열곡대에는 대륙판과 대륙판이 서로 멀어지면서 장력이 작용하여 정단층이 주로 발달할 것이다.

④ 동아프리카 열곡대는 발산형 경계이므로 열곡대 하부에서 맨틀 물질이 상승하여 판이 생성된다.

⑤ A 지역은 발산형 경계에 위치하므로 이 지역에 발달하는 호수의 폭은 점차 넓어질 것이다.

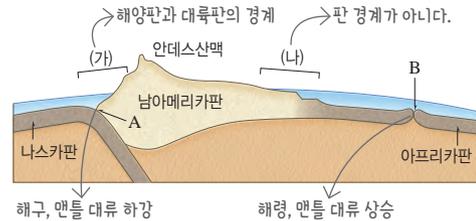
**12** A-B 구간과 C-D 구간은 판의 발산형 경계이고, 판이 서로 어긋나는 B-C 구간은 판의 보존형 경계이다.

**모범 답안** (가) B-C 구간

(나) 천발 지진이 일어나고, 변환 단층이 형성된다.

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

**13** **공공 문제 분석**



ㄱ. (가)에서 나스카판이 남아메리카판 아래로 섭입하고 있으므로 나스카판이 남아메리카판보다 밀도가 크다.

ㄷ. A는 나스카판이 남아메리카판 아래로 섭입하면서 형성된 해구이다.

ㄹ. B는 대서양 중앙 해령으로, 이곳에서는 맨틀 물질이 상승하면서 마그마가 생성되어 새로운 해양 지각이 생성된다.

**바로알기** ㄴ. (가)는 나스카판(해양판)이 남아메리카판(대륙판) 아래로 섭입하는 수렴형 경계 지역으로 지진과 화산 활동이 활발하다. 남아메리카판은 대륙 지각과 해양 지각으로 구성된 하나의 판이다. 따라서 (나)는 판 경계 지역이 아니므로 지진과 화산 활동이 거의 일어나지 않는다.

**14** ㄴ. (가)에서 천발 지진과 심발 지진의 진앙 사이의 폭은 A-B 구간보다 C-D 구간에서 더 좁다. 따라서 해구에서 섭입하는 판의 경사는 A-B 구간보다 C-D 구간에서 더 급하다.

**바로알기** ㄱ. 일본 동쪽에 위치한 해구에서 해양판이 비스듬히 섭입하고 있으므로 B에서 A로 갈수록 진원의 깊이는 깊어진다.

ㄷ. 일본은 판의 수렴형 경계에서 마그마가 분출하여 생긴 화산 섬(호상 열도)이다.

**15** A는 동아프리카 열곡대(발산형 경계), B는 히말라야산맥(수렴형 경계), C는 산안드레아스 단층(보존형 경계), D는 페루-칠레 해구(수렴형 경계), E는 대서양 중앙 해령(발산형 경계)이다.

**모범 답안** (1) A, E, 천발 지진과 화산 활동이 활발하게 일어난다.

(2) C 지역에서는 판이 생성되거나 소멸되지 않고, D 지역에서는 판이 소멸된다. C 지역에서는 천발 지진이 발생하고 화산 활동은 일어나지 않으며, D 지역에서는 천발~심발 지진이 발생하고, 화산 활동이 활발하다.

(3) B, D, 역단층은 횡압력이 작용하여 형성된다.

채점 기준	배점
(1) A, E를 고르고, 지각 변동을 모두 옳게 서술한 경우	40 %
A, E만 고른 경우	20 %
(2) C와 D 지역의 판의 생성과 소멸, 지각 변동을 모두 옳게 서술한 경우	40 %
C와 D 지역의 판의 생성과 소멸만 옳게 서술한 경우	20 %
C와 D 지역의 지각 변동만 옳게 서술한 경우	20 %
(3) B, D를 고르고, 작용하는 힘을 모두 옳게 서술한 경우	20 %
B, D만 고른 경우	10 %

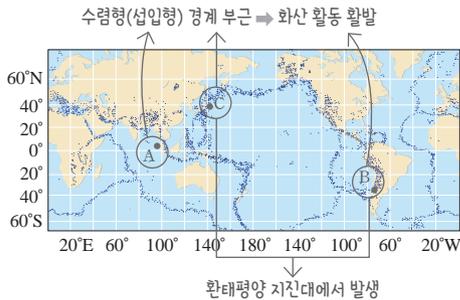
16 (가)는 용암류에 의한 피해를 나타낸 것이고, (나)는 화산재에 의한 피해를 나타낸 것이다.

ㄱ. (나)의 화산재는 햇빛을 차단하여 지표의 기온을 하강시키므로 (가)의 용암류보다 기온 변화에 미치는 영향이 크다.

ㄴ. (나)의 화산재는 바람에 의해 넓은 지역까지 퍼져 나가기 때문에 (가)의 용암류보다 광범위한 지역에 피해를 입힌다.

ㄷ. (가)의 용암류에 물을 뿌려주면 용암을 식히고, 용암의 이동 속도를 줄일 수 있어 피해를 줄일 수 있다.

### 17 공공 문제 분석



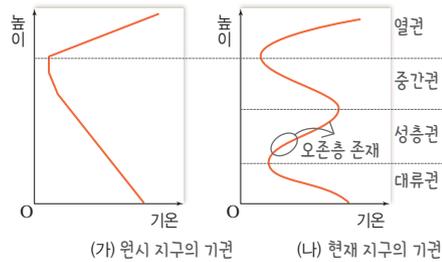
ㄴ. 지진 B는 판의 수렴형 경계인 페루-칠레 해구 부근에서 발생하였다. 이 지역은 환태평양 지진대에 속한다.

ㄷ. 지진 C는 일본 부근에서 발생하였으며 일본은 화산 활동이 활발한 호상 열도이다.

ㄹ. 지진의 규모가 클수록 지진에 의해 방출된 에너지양이 많으므로 지진 A가 가장 많은 에너지를 방출하였다.

**바로알기** ㄱ. 지진 A는 인도네시아 부근에서 발생하였으므로 판의 수렴형 경계 부근에서 발생하였다.

### 01 공공 문제 분석



#### 선택지 분석

- (가)에는 오존층이 존재하지 않았을 것이다.
- 기권의 구조가 (가) → (나)로 변한 것은 생물의 광합성 작용과 관련이 있다.
- (나)에서 오존층이 사라지면 지구에는 어떠한 생물도 살 수 없을 것이다. 살 수 있는 생물도 있다

**전략적 풀이** ① 기권의 층상 구조가 달라지는 원인을 찾는다.

ㄱ. (나)에서는 오존이 태양의 자외선을 흡수하면서 높이 올라갈수록 기온이 상승하는 성층권이 형성되었고, 그에 따라 중간권이 형성되었다. 따라서 두 층으로 구분되는 (가)에는 오존층이 없었다.

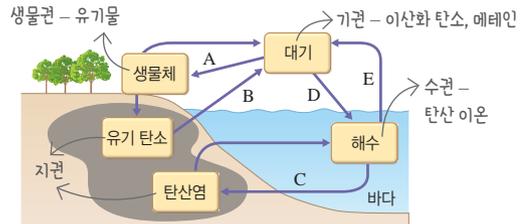
② 성층권에 존재하는 오존층이 어떻게 형성되었는지 파악한다. 오존층의 오존(O<sub>3</sub>)은 산소 분자(O<sub>2</sub>)와 산소 원자(O)가 결합하여 생성되므로 성층권은 대기에 산소가 축적된 후에 형성되었다.

ㄴ. 원시 지구에서 광합성을 하는 생물이 등장한 후 지구 대기에 산소가 점차 축적되었고, 오존층이 형성되었다.

③ 오존층의 역할과 생명체의 출현을 고려한다.

ㄷ. 오존층은 지표에 도달하는 자외선을 막아 주지만, 오존층이 없던 시기에도 바다 속에 생물이 살고 있었으므로 기권에서 오존층이 사라져도 바다에서는 생물이 살 수 있을 것이다.

### 02 공공 문제 분석



#### 선택지 분석

- 광합성에 의한 유기물의 생성은 A 과정에 해당한다.
- B 과정이 활발해지면 지구 전체 탄소량은 증가한다.
- 석회암은 주로 C 과정을 통해 형성된다. 일정하다
- 수온이 상승하면 D 과정이 E 과정보다 더 활발하다. E 과정이 D 과정보다

### 중단원 고난도 문제

171쪽

- 01 ③    02 ①    03 ①    04 ③

**전략적 풀이 ①** 탄소가 지구 시스템의 각 권에서 어떤 형태로 존재하는지 파악한다.

탄소는 기권에서는 이산화 탄소와 메테인, 지권에서는 탄산염(석회암) 또는 화석 연료, 수권에서는 탄산 이온, 생물권에서는 유기물 형태로 존재한다.

ㄱ. 식물의 광합성에 의해 대기 중 이산화 탄소가 유기물로 식물에 저장된다. → A 과정에 해당한다.

② 탄소가 각 권 사이에서 이동하면 각 권의 탄소량과 지구 시스템 전체 탄소량은 어떻게 변할지 생각한다.

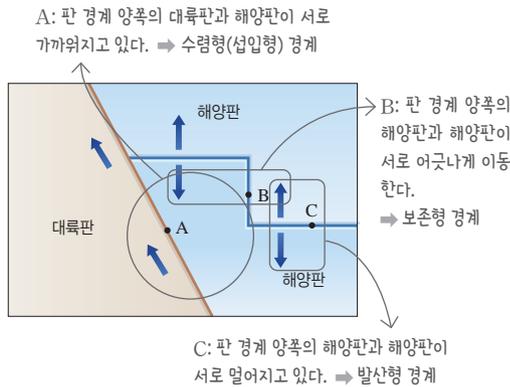
ㄴ. B 과정이 활발해지면 기권의 탄소량은 증가하지만, 지권의 탄소량은 감소하여 지구 전체의 탄소량은 일정하다.

③ 탄소 순환 과정의 예가 어느 권역의 상호 작용인지 파악한다.

ㄷ. 수권의 탄산 이온이 침전되어 지권에 석회암으로 저장되므로 석회암은 주로 C 과정을 통해 형성된다.

ㄹ. 수온이 상승하면 기체의 용해도가 감소하므로 수권에서 기권으로 이동하는 E 과정이 D 과정보다 더 활발하게 일어난다.

### 03 품공 문제 분석



#### 선택지 분석

- ㄱ A에서는 해구가 형성될 수 있다.
- ✗ B와 C에서는 심발 지진이 발생한다. **천발 지진**
- ✗ C의 하부에서는 맨틀 물질이 **하강하여 판이 소멸한다.**  
상승하여 판이 생성된다

**전략적 풀이 ①** 판의 상대적인 이동 방향으로 판 경계의 유형을 판단한다. A는 수렴형(섭입형), B는 보존형, C는 발산형 경계이다.

② 판 경계의 유형에 따라 형성되는 지형, 지각 변동, 맨틀 대류가 어떻게 다른지 파악한다.

판 경계	지형	지각 변동	맨틀 대류
A	해구, 습곡 산맥, 호상 열도	천발~심발 지진, 화산 활동	맨틀 대류 하강, 판 소멸
B	변형 단층	천발 지진	×
C	해령	천발 지진, 화산 활동	맨틀 대류 상승, 판 생성

③ 각 보기에서 묻는 내용을 파악하고 잘못된 점을 찾는다.

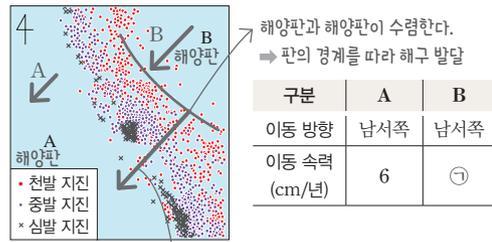
ㄱ은 지형, ㄴ은 지각 변동, ㄷ은 맨틀 대류를 묻고 있다.

ㄱ. A 수렴형(섭입형) 경계에서는 밀도가 큰 해양판이 밀도가 작은 대륙판 아래로 섭입하는 과정에서 깊은 해저 골짜기인 해구가 형성될 수 있다.

ㄴ. B 보존형 경계에서는 판이 서로 어긋나면서 천발 지진이 발생하고, C 발산형 경계에서는 판이 서로 멀어지면서 천발 지진이 발생한다.

ㄷ. C 발산형 경계에서는 맨틀 물질이 상승하면서 마그마가 생성되어 새로운 판이 생성된다. 맨틀 물질이 하강하여 판이 소멸하는 곳은 A 수렴형(섭입형) 경계이다.

### 04 품공 문제 분석



- 해양판과 해양판이 수렴한다.
- 판의 경계를 따라 해구 발달
- 진원의 깊이가 B에서 A로 갈수록 대체로 깊어진다.
- B가 A 아래로 섭입한다(섭입형 수렴 경계).
- 판의 밀도: A < B, 판의 이동 속력: A < B

#### 선택지 분석

- ㄱ ①은 6보다 크다.
- ㄴ 판의 밀도는 A가 B보다 작다.
- ✗ 판의 경계를 따라 습곡 산맥이 발달한다.  
해구, 호상 열도가 발달한다.

**전략적 풀이 ①** 지진이 발생한 깊이 분포로 판 경계의 유형을 판단하고, 판 경계가 형성되기 위한 두 판의 이동 속력을 파악한다.

진원의 깊이가 판 B에서 A로 갈수록 대체로 깊어지므로 B가 A 아래로 섭입하고 있다.

ㄱ. 수렴형(섭입형) 경계가 형성되려면 두 판이 서로 수렴해야 한다. 두 판이 모두 남서쪽 방향으로 이동하고 있으므로, A보다 B의 속력이 더 빠르다. 따라서 ①은 6보다 크다.

② 판 경계에서 두 판의 움직임으로 두 판의 밀도를 비교한다.

ㄴ. B가 A 아래로 섭입하고 있으므로 판의 밀도는 A가 B보다 작다.

③ 판 경계의 종류에 따라 발달하는 지형을 파악한다.

ㄷ. 해양판이 대륙판 아래로 섭입하는 경우에는 안데스산맥처럼 습곡 산맥이 형성되지만, 해양판이 다른 해양판 아래로 섭입하는 경우에는 습곡 산맥이 형성되지 않고, 해구와 호상 열도가 발달한다.

### 3 생명 시스템

## 1 생명 시스템의 기본 단위

#### 개념 확인 문제

176쪽

- ① 세포 소기관    ② 기관    ③ 핵    ④ 리보솜    ⑤ 골지체  
⑥ 엽록체    ⑦ 미토콘드리아    ⑧ 세포막

- 1 (1) × (2) × (3) ○ (4) ○    2 세포    3 ㉠ 조직, ㉡ 기관  
4 (1) (가) (2) ㉠ 기관계, ㉡ 조직계    5 A: 소포체, B: 핵, C: 엽록체, D: 세포벽, E: 세포막, F: 미토콘드리아    6 C, D    7 F  
8 ㉠ 핵, ㉡ 리보솜, ㉢ 소포체

1 (1) 생명 시스템은 생물 개체뿐 아니라 하나의 세포도 될 수 있다. 세포는 여러 세포 소기관이 상호 작용 하여 생명 현상을 나타낸다.

(2) 생물 개체는 환경 요소의 영향을 받으며, 외부와 끊임없이 상호 작용 한다.

(3) 지구 시스템은 지권, 수권, 기권, 생물권, 외권으로 구성되며, 생물은 생물권에 속한다.

(4) 세포는 세포막을 경계로 외부와 구분되어 있으며, 물질이 출입하는 세포막은 외부와 상호 작용 하는 통로이다.

2 생명 시스템에서 생명체를 구성하는 기본 단위는 세포로, 모든 생물은 세포로 구성되어 있다.

3 생명 시스템의 구성 단계는 '세포 → 조직(㉠) → 기관(㉡) → 개체'이다.

4 (1) 동물체의 구성 단계는 세포 → 조직 → 기관 → 기관계 → 개체로, 기관 다음에 여러 기관이 모여 공통의 기능을 담당하는 기관계가 있다.

(2) ㉠은 동물체에만 있는 구성 단계인 기관계이고, ㉡은 식물체에만 있는 구성 단계인 조직계이다.

5 A는 물질을 운반하는 소포체, B는 유전 정보를 저장하고 있는 DNA가 있어 세포의 생명 활동을 조절하는 핵, C는 광합성이 일어나는 엽록체, D는 세포막 바깥쪽에 있는 단단한 세포벽, E는 세포 안팎으로의 물질 출입을 조절하는 세포막, F는 세포 호흡이 일어나는 미토콘드리아이다.

6 엽록체(C)와 세포벽(D)은 동물 세포에는 없고 식물 세포에만 있다.

7 미토콘드리아(F)는 세포 호흡으로 세포의 생명 활동에 필요한 에너지를 생산한다.

8 유전 정보는 핵(㉠) 속의 DNA에 저장되어 있으며, DNA의 유전 정보에 따라 리보솜(㉡)에서 단백질이 합성된다. 합성된 단백질은 소포체(㉢)를 통해 이동하여 골지체를 거쳐 분비된다.

#### 개념 확인 문제

179쪽

- ① 인지질    ② 선택적 투과성    ③ 확산    ④ 지용    ⑤ 막단백질  
⑥ 삼투    ⑦ 커    ⑧ 작아

- 1 A: 단백질(막단백질), B: 인지질    2 (1) × (2) ○ (3) ×  
3 선택적 투과성    4 (가) 단순 확산 (나) 촉진 확산    5 (1) 산소 (2) 포도당, K<sup>+</sup>    6 (1) ○ (2) × (3) ○    7 (1) × (2) × (3) ○

1 세포막을 관통하고 있는 A는 단백질이고, 2중층을 이루고 있는 B는 인지질이다.

2 (1) 인지질은 지질의 한 종류로, ㉠(머리 부분)은 친수성이고, ㉡(꼬리 부분)은 소수성이다.

(2) 인지질은 친수성인 머리 부분이 물과 접한 바깥쪽을 향해 있고, 소수성인 꼬리 부분이 서로 마주 보며 배열하여 2중층을 형성한다.

(3) 세포막에서 인지질과 단백질은 세포막의 특정 위치에 고정되어 있지 않고 유동적이다.

3 세포막은 물질의 종류에 따라 투과시키는 정도가 다른 선택적 투과성을 나타낸다.

4 (가)는 물질이 고농도에서 저농도로 세포막의 인지질 2중층을 직접 통과하는 단순 확산이고, (나)는 물질이 고농도에서 저농도로 막단백질을 통해 이동하는 촉진 확산이다.

5 (1) 산소, 이산화 탄소와 같이 크기가 매우 작은 기체 분자는 A와 같이 인지질 2중층을 직접 통과한다.

(2) 수용성 물질인 포도당, 전하를 띠는 이온(K<sup>+</sup>)은 B와 같이 세포막의 막단백질을 통해 확산한다.

6 (1) 적혈구를 용액 X에 넣었을 때 적혈구의 부피 변화가 나타난 것은 삼투에 의해 물이 이동하였기 때문이다.

(2) 용액 X에 넣은 적혈구의 부피가 증가하였으므로 적혈구 막을 경계로 세포 안으로 들어온 물의 양이 세포에서 빠져나간 물의 양보다 많다(들어온 물의 양 > 빠져나간 물의 양).

(3) 삼투에 의한 물의 이동은 용액의 농도가 낮은 쪽에서 높은 쪽으로 일어나므로 용액의 농도는 적혈구 안이 용액 X보다 높다 (적혈구 안 > 용액 X).

- 7** (1) 식물 세포를 세포 안보다 농도가 높은 용액에 넣으면 삼투에 의해 물이 세포 밖으로 많이 빠져나간다(들어오는 물의 양 < 빠져나가는 물의 양).
- (2), (3) 세포 밖에서 안으로 들어오는 물의 양보다 세포 안에서 밖으로 빠져나가는 물의 양이 더 많으면 세포질의 부피는 작아지고, 그 결과 세포막이 세포벽에서 분리되는 현상(원형질 분리)이 나타난다.

### 내신 안정 문제

180~183쪽

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

**01** 생명 시스템은 외부 환경과 상호 작용 하며, 생명체를 구성하고 생명 현상을 나타내는 기본 단위는 세포이다. 단세포 생물은 하나의 세포로 생명 활동을 유지한다.

**바로알기** ⑤ 다세포 생물은 모양과 기능이 비슷한 세포들이 모여 조직을 이루고, 여러 종류의 조직이 모여 기관을 형성한다.

**02** ㄱ. 생명 시스템의 구조적·기능적 단위는 세포(A)이며, 세포도 하나의 생명 시스템이다.

ㄷ. 심장은 기관(B)의 예에 해당한다.

**바로알기** ㄴ. 기관(B)은 여러 조직이 모여 일정한 형태와 기능을 나타내는 단계이다.

**03** ① 조직(A)은 여러 세포로 구성되며, 각 세포는 하나의 생명 시스템으로서 생명 활동이 일어난다.

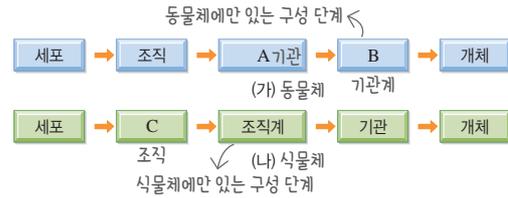
③ 기관(B)은 여러 조직으로 구성되고, 조직마다 세포들의 모양과 기능이 다르다.

④ 기관계(C)는 공통된 기능을 담당하는 여러 기관으로 구성된다.

⑤ 조직(A)에서 기관(C)으로 갈수록 세포들이 유기적으로 구성되어 체제가 복잡해진다.

**바로알기** ② 조직(A)은 모양과 기능이 비슷한 세포들의 모임이다.

### 04 품공 문제 분석



(나)의 조직계는 동물체의 구성 단계에는 없고 식물체의 구성 단계에만 있으므로 (가)는 동물체, (나)는 식물체의 구성 단계이다. 따라서 A는 기관, B는 기관계, C는 조직이다.

ㄷ. 식물의 성장점은 분열 능력이 있는 세포들로 이루어진 분열 조직으로, 식물의 조직(C) 단계에 해당한다.

**바로알기** ㄱ. A는 기관으로 동물체와 식물체에 공통적으로 존재하는 구성 단계이다.

ㄴ. B(기관계)는 비슷한 기능을 하는 여러 기관의 모임으로, 동물체에만 있는 구성 단계이다. 기관계를 구성하는 각 기관은 모양과 기능이 다른 여러 세포로 구성된다.

**05** 세포벽과 엽록체는 동물 세포에는 없고 식물 세포에만 있는 세포 소기관이다.

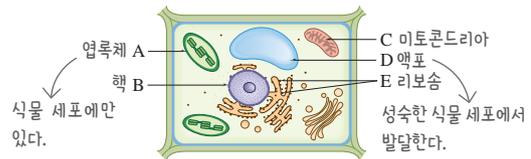
**바로알기** 리보솜, 세포막, 미토콘드리아는 동물 세포와 식물 세포에 공통적으로 존재하는 세포 소기관이다.

**06** ㄱ. 리보솜은 아미노산을 펩타이드 결합으로 연결시켜 단백질 합성을 하는 장소이다.

ㄴ. 세포벽은 식물 세포의 바깥쪽에 있는 단단한 구조물로, 세포의 형태를 유지한다.

ㄷ. 미토콘드리아는 세포 호흡으로 세포의 생명 활동에 필요한 에너지를 생산하는 장소이다.

### 07 품공 문제 분석



② 핵(B)에는 유전 물질인 DNA가 있다.

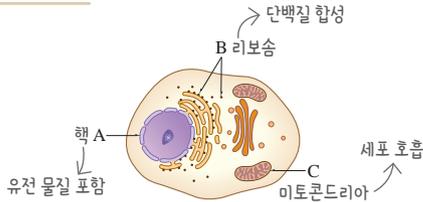
**바로알기** ① 엽록체(A)에서는 광합성이 일어난다.

③ 미토콘드리아(C)에서는 세포 호흡이 일어나 포도당의 화학 에너지를 생명 활동에 필요한 형태의 에너지로 전환한다. 빛에너지를 화학 에너지로 전환하는 것은 엽록체이다.

④ 액포(D)는 성숙한 식물 세포에 크게 발달되어 있다.

⑤ 리보솜(E)은 알갱이 모양으로, 막으로 둘러싸여 있지 않다.

### 08 품공 문제 분석



ㄱ. 핵(A)은 유전 정보가 저장된 DNA가 있어서 생명 활동을 조절한다.

ㄷ. 미토콘드리아(C)는 세포 호흡이 일어나는 장소로, 유기물을 산화시키기 위해 필요한 산소를 흡수하고 유기물의 산화 결과 생성된 이산화 탄소를 방출한다.

**바로알기** ㄴ. 리보솜(B)은 아미노산을 펩타이드 결합으로 연결하여 단백질을 합성하는 장소이다. 녹말은 식물 세포의 엽록체에서 광합성으로 합성한 포도당을 결합시켜 만든다.

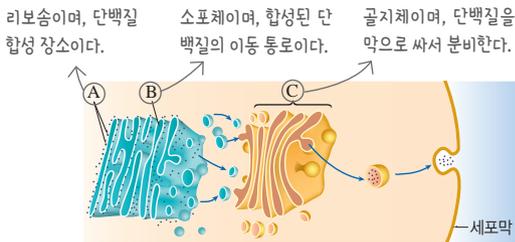
**09** (가)는 엽록체, (나)는 미토콘드리아이다.

ㄴ. 엽록체(가)는 광합성이 일어나는 장소로, 광합성은 빛에너지를 흡수하여 무기물인 이산화 탄소와 물로부터 유기물인 포도당을 합성하는 작용이다.

ㄷ. 미토콘드리아(나)는 생명 활동에 필요한 에너지를 생산하며, 근육 세포와 같이 에너지가 많이 필요한 세포에 특히 많다.

**바로알기** ㄱ. 엽록체(가)는 동물 세포에는 없고 식물 세포에만 있지만, 미토콘드리아(나)는 동물 세포와 식물 세포에 공통적으로 존재한다.

### 10 품공 문제 분석



핵 속에 있는 DNA의 유전 정보에 따라 리보솜(A)에서 단백질이 합성된다. 단백질은 소포체(B)를 통해 골지체(C)로 이동하여 저장되었다가, 막으로 싸인 주머니에 담겨 세포막 쪽으로 이동한 후 세포 밖으로 분비된다.

②, ③ 리보솜(A), 소포체(B), 골지체(C)는 모두 동물 세포와 식물 세포에서 공통적으로 볼 수 있다.

④ 소포체(B)와 골지체(C)는 막으로 둘러싸인 세포 소기관이다.

⑤ 리보솜에서 합성된 단백질은 소포체를 통해 골지체로 이동한 후 골지체에서 막으로 싸여 세포 밖으로 분비된다.

**바로알기** ① 리보솜(A)에서는 세포질에서 운반해 온 아미노산을 펩타이드 결합으로 연결하여 단백질을 합성하지만, 아미노산을 합성하는 것은 아니다.

### 11 품공 문제 분석

구분	동물 세포에 존재	세포 호흡 장소	인지질 성분의 막
소포체 또는 세포막 A	○	×	○
엽록체 B	×	×	㉠○
미토콘드리아 C	○	㉡○	○
세포막 또는 소포체 D	?○	×	○
리보솜 E	?○	×	×

(○: 있음, ×: 없음)

- 동물 세포에 존재하는 것은 소포체, 세포막, 리보솜, 미토콘드리아이다. → B는 엽록체이다.
- 세포 호흡 장소 → C는 미토콘드리아이고, ㉡은 '○'이다.
- 인지질 성분의 막으로 된 구조는 소포체, 세포막, 엽록체, 미토콘드리아이다. → E는 리보솜이고, ㉠은 '○'이다.

ㄱ. 엽록체(B)는 인지질로 된 막 구조를 가지고, 미토콘드리아(C)는 세포 호흡이 일어나는 장소이므로 ㉠과 ㉡은 모두 '○'이다.

ㄷ. 리보솜(E)은 단백질 합성이 일어나는 장소이다.

**바로알기** ㄴ. D는 세포막 또는 소포체이므로 광합성이 일어나는 장소는 아니다. 이산화 탄소와 물로부터 포도당을 합성하는 광합성은 B(엽록체)에서 일어난다.

**12** ㄱ. 세포막은 인지질 2중층에 단백질이 파묻혀 있거나 관통하고 있는 구조이다.

ㄷ. 세포막은 분자 크기가 작을수록, 수용성 물질보다는 지용성 물질을 잘 통과시키는 것과 같은 선택적 투과성을 나타낸다.

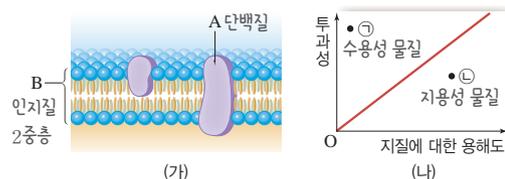
**바로알기** ㄴ. 세포막은 인지질 2중층으로 되어 있지만, 그 자체로는 단일막이다. 이중막이란 단일막이 두 겹으로 되어 있는 것으로, 핵, 엽록체, 미토콘드리아가 이중막 구조이다.

**13** ㄱ. A는 단백질이므로, 펩타이드 결합을 포함한다.

ㄴ. 인지질은 유동성이 있어 단백질(A)은 위치가 고정되어 있지 않고 움직일 수 있다.

**바로알기** ㄷ. 인지질의 머리 부분(㉠)은 친수성이고, 꼬리 부분(㉡)은 소수성이다.

### 14 품공 문제 분석



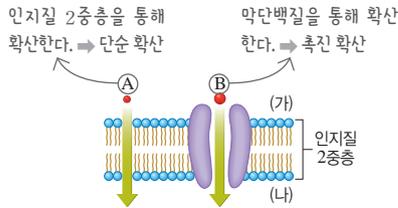
- 지질에 대한 용해도: ㉠ < ㉡ → ㉠은 수용성 물질, ㉡은 지용성 물질
- 막 투과도: ㉠ > ㉡ → 수용성 물질은 지용성 물질보다 인지질 2중층을 통과하기 어렵다. → ㉠은 ㉡보다 분자의 크기가 매우 작거나 막단백질을 통해 이동한다.

ㄱ. 세포막의 곳곳에 박혀 있는 A는 단백질이며, 세포에서 단백질은 리보솜에서 합성된다.

ㄴ. B(인지질 2중층)의 안쪽은 소수성의 지방산 꼬리가 모여 있어 수용성 물질인 ㉠은 인지질 2중층을 통과하기 어렵다.

**바로알기** ㄷ. ㉡은 지용성 물질이므로 수용성 물질인 ㉠보다 물에 대한 친화력이 작다.

### 15 품공 문제 분석



확산은 세포막을 경계로 고농도에서 저농도로 일어나며, 물질의 이동에 세포의 에너지를 사용하지 않는다. → 농도: (가) > (나)

ㄱ. A는 세포막을 통해 단순 확산하며, (가)에서 (나) 쪽으로 이동하는 것으로 보아 A의 농도는 (가) > (나)이다.

**바로알기** ㄴ. A와 같이 단순 확산하는 물질은 분자 크기가 작을수록, 세포막을 경계로 농도 차가 클수록 이동 속도가 빠르다.

ㄷ. B는 막단백질을 통해 촉진 확산하며, 이때 물질에 따라 통로 역할을 하는 단백질의 종류가 다르다. 즉, 촉진 확산하는 물질이 모두 같은 막단백질을 통해 확산하는 것이 아니다.

**16** 단순 확산하는 물질(A)에는 산소, 이산화 탄소 같은 기체 분자, 지방산과 같은 지용성 물질이 있다. 촉진 확산하는 물질(B)에는 포도당, 아미노산 같은 수용성 물질, 전하를 띠는 이온 등이 있다.

**17** ㄴ. (나)는 물질이 고농도에서 저농도로 통로 단백질을 이용하지 않고 이동하므로 단순 확산이다. 단순 확산은 물질이 인지질 2중층을 직접 통과하는 방식이다.

**바로알기** ㄱ. (가)는 물질이 고농도에서 저농도로 통로 단백질을 통해 이동하므로 촉진 확산이다. 확산에는 세포의 에너지가 사용되지 않는다.

ㄷ. 산소와 같이 크기가 매우 작은 기체 분자는 단순 확산(나)으로 세포막을 통해 이동한다.

**18** ①, ②, ③, ⑤는 세포막을 경계로 삼투에 의해 용액의 농도가 낮은 쪽(저장액)에서 용액의 농도가 높은 쪽(고장액)으로 물이 이동하여 나타나는 현상이다.

**바로알기** ④ 폐포에서 모세 혈관으로 산소가 이동하고, 모세 혈관에서 폐포로 이산화 탄소가 이동하여 기체 교환이 일어나는 것은 세포막의 인지질 2중층을 통해 일어나는 단순 확산이다.

### 19 품공 문제 분석

식물 세포의 부피가 커졌다. → 삼투에 의해 물이 세포 안으로 들어왔다. → 용액 X의 농도는 세포 안보다 낮다.



식물 세포의 액포가 커졌다. → 세포 안으로 들어온 물의 일부가 액포 안으로 이동하였다.

ㄱ. 용액 X에 세포를 넣었을 때 세포 안으로 물이 들어와 세포의 부피가 커졌으므로 용액 X의 농도는 세포 안보다 낮다.

ㄴ. 세포의 액포가 커진 것은 세포질로 들어온 물의 일부가 액포로 이동하였기 때문이다.

ㄷ. 세포막을 통한 물의 이동은 양방향으로 일어나지만, 세포의 부피가 커진 까닭은 세포 안으로 들어오는 물의 양이 세포 밖으로 빠져나가는 물의 양보다 많기 때문이다.

### 20 품공 문제 분석



(가) 적혈구 안으로 이동하는 물의 양과 적혈구 밖으로 이동하는 물의 양이 같다. → 소금 용액의 농도는 적혈구 안과 같다. → 등장액

(나) 삼투에 의해 물이 적혈구 밖으로 많이 빠져나갔다. → 소금 용액의 농도가 적혈구 안보다 높다. → 고장액

(다) 삼투에 의해 물이 적혈구 안으로 많이 들어왔다. → 소금 용액의 농도가 적혈구 안보다 낮다. → 저장액

ㄱ. 소금 용액의 농도는 (나)가 가장 높고, (다)가 가장 낮으므로 (다) < (가) < (나)로 나타낼 수 있다.

**바로알기** ㄴ. (가)에 넣은 적혈구가 부피 변화가 없는 것은 세포막을 통한 물의 이동이 없기 때문이 아니라 적혈구 안으로 들어오는 물의 양과 적혈구 밖으로 빠져나가는 물의 양이 같기 때문이다.

ㄷ. (다)보다 농도가 높은 소금 용액에 적혈구를 넣으면 적혈구 안으로 들어오는 물의 양이 줄어들게 되므로 적혈구의 부피는 (다)에 넣었을 때보다 작아지게 된다. 세포막이 터지는 현상은 (다)보다 농도가 낮은 용액에 적혈구를 넣어 적혈구 안으로 들어오는 물의 양이 증가할 때 나타날 수 있다.

**21** **모범 답안** ㉠ 엽록체, ㉡ 미토콘드리아, (가) 단백질 합성 장소 (나) 세포의 형태 유지

채점 기준	배점
㉠, ㉡, (가), (나)를 모두 옳게 쓴 경우	100 %
㉠, ㉡, (가), (나) 중 한 가지당 배점	25 %

**22** 단백질의 종류는 아미노산의 종류와 배열 순서에 의해 결정되는데, 이에 대한 정보는 핵 속의 DNA에 저장되어 있다. 유전 정보에 따라 리보솜에서 아미노산이 펩타이드 결합으로 연결되어 단백질이 만들어지면 소포체를 통해 골지체로 운반된 후 골지체에서 막으로 싸인 주머니에 담겨 세포막 쪽으로 이동하여 세포 밖으로 분비된다.

**모범 답안** 핵 속에 저장된 DNA의 유전 정보에 따라 리보솜에서 아미노산이 결합하여 단백질이 합성된다. 합성된 단백질은 소포체를 통해 골지체로 운반된 후 골지체에서 막으로 싸여 세포 밖으로 분비된다.

채점 기준	배점
네 가지 세포 소기관과 기능을 들어 단백질의 합성과 분비 과정을 모두 옳게 서술한 경우	100 %
세 가지 세포 소기관과 기능을 들어 단백질의 합성과 분비 과정을 옳게 서술한 경우	75 %
두 가지 세포 소기관과 기능을 들어 단백질의 합성과 분비 과정을 옳게 서술한 경우	50 %
리보솜에서 단백질이 합성된다고만 서술한 경우	25 %

**23** (가)는 인지질 2중층을 통한 단순 확산이고, (나)는 막단백질을 통한 촉진 확산이다. 확산은 고농도에서 저농도로 일어나며, 세포가 별도의 에너지를 사용하지 않는다. 세포막을 통해 단순 확산하는 물질에는 분자 크기가 매우 작은 기체나 인지질의 소수성 부분을 통과할 수 있는 지용성 물질(지방산)이 있고, 촉진 확산하는 물질에는 수용성 물질(포도당, 아미노산)이나 전하를 띠는 이온 등이 있다.

**모범 답안** 물질이 세포막을 경계로 농도가 높은 쪽(고농도)에서 낮은 쪽(저농도)으로 이동한다. 물질이 이동하는 데 에너지를 사용하지 않는다.

채점 기준	배점
공통점 두 가지를 옳게 서술한 경우	100 %
공통점 한 가지를 옳게 서술한 경우	50 %

**24** 세포막을 통해 설탕 분자는 이동하지 못하지만 물은 이동한다. 삼투는 용질의 농도가 낮은 곳에서 농도가 높은 곳으로 물 분자가 이동하는 현상이다.

**모범 답안** (1) (가)에 넣어 둔 것은 (나)에 넣어 둔 것보다 양파 표피 세포의 세포질이 많이 줄어들었으므로 설탕 용액의 농도는 (가)가 (나)보다 높다. (2) (가)는 양파 표피 세포 안보다 농도가 높아 삼투에 의해 세포에서 물이 빠져나가면서 세포질의 부피가 작아져 세포막이 세포벽에서 분리되었다.

채점 기준	배점
(1) (가)와 (나)의 농도를 근거를 들어 옳게 비교하여 서술한 경우	50 %
(가)와 (나)의 농도만 옳게 비교한 경우	20 %
(2) (가)에 넣어 둔 양파 표피 세포에서 일어난 현상을 세포막을 통한 물질의 이동과 함께 옳게 서술한 경우	50 %
(가)에 넣어 둔 양파 표피 세포에서 일어난 현상만을 옳게 서술한 경우	30 %

## 실력 UP 문제

184~185쪽

01 ④    02 ④    03 ①    04 ③    05 ⑤    06 ③  
07 ①    08 ③

### 01 품공 문제 분석

구분	(가) 소나무	(나) 사람
A 조직 또는 기관	있음	㉠ 있음
B 조직계	있음	없음
C 기관 또는 조직	㉡ 있음	? 있음

조직, 기관은 동물체와 식물체에 공통으로 있는 구성 단계이고, 조직계는 동물체에는 없고 식물체에만 있는 구성 단계이다. → B는 조직계이고, (가)는 소나무, (나)는 사람이다.

나. (가)에는 있고 (나)에는 없는 구성 단계 B는 조직계이다. (나)는 조직계가 없으므로 사람이고, 사람과 같은 동물체는 같은 기능을 하는 여러 기관의 모임인 기관계가 있는 것이 식물체와 다르다.

다. A와 C는 각각 동물체와 식물체에 공통으로 있는 조직과 기관 중 하나이다. 따라서 ㉠과 ㉡ 모두 '있음'이다.

**바로알기** ㉠. 식물의 잎, 줄기는 기관이므로 A 또는 C에 해당한다. B는 식물체에만 있는 구성 단계인 조직계이다.

### 02 품공 문제 분석

미토콘드리아로, 포도당이 이산화 탄소와 물로 분해되는 세포 호흡(나)이 일어난다.

세포막으로, 주성분은 인지질과 단백질이며, 물질이 출입한다.



→ 리보솜으로, 아미노산을 펩타이드 결합으로 연결하는 (가) 반응이 일어나 단백질을 합성한다.

나. (나)는 포도당이 산소에 의해 산화되어 이산화 탄소와 물로 분해되는 세포 호흡 과정으로, 주로 미토콘드리아(A)에서 일어난다.

다. 세포 호흡(나)으로 생성된 이산화 탄소는 세포막(B)의 인지질 2중층을 통해 세포 밖으로 확산한다.

**바로알기** ㉠. (가) 반응에서 아미노산 배열 순서에 대한 정보는 핵 속의 DNA에 저장되어 있으며, 리보솜(C)에서는 DNA로부터 전달된 유전 정보에 따라 아미노산을 펩타이드 결합으로 연결하여 단백질을 합성한다.

**03** **꼼꼼 문제 분석**

구분	㉠	㉡	㉢
소포체 A	×	○	○
리보솜 B	×	○	×
엽록체 C	○	×	×

(○: 있음, ×: 없음)  
(가) (나)

**특징(㉠~㉢)**

- 포도당을 합성한다. 엽록체 → ㉠
- 동물 세포에 존재한다. 소포체, 리보솜 → ㉡
- 단일막 구조이다. 소포체 → ㉢

‘동물 세포에 존재한다.’는 소포체와 리보솜의 특징이므로 A와 B에 모두 있는 특징 ㉡이다. ‘포도당을 합성한다.’는 엽록체에만 해당하는 특징이므로 A와 B에는 없고 C에만 있는 특징 ㉠이고, C는 엽록체이다. 특징 ㉢은 ‘단일막 구조이다.’이고, ㉢이 있는 A는 소포체이고, ㉢이 없는 B는 리보솜이다.

ㄴ. 엽록체(C)는 빛에너지를 흡수하여 이산화 탄소와 물로부터 포도당과 산소를 생성하는 광합성을 한다.

**바로알기** ㄱ. 리보솜(B)에서 합성된 단백질은 소포체(A)를 통해 운반된다.

ㄷ. 특징 ㉢은 소포체(A)에만 해당하는 ‘단일막 구조이다.’이다.

**04** **꼼꼼 문제 분석**

구분	방사선이 검출된 장소			
	A 골지체	B 분비 소낭	C 소포체	세포 밖
정상 세포	○	○	○	○
돌연변이 세포 I	○	○	○	×
돌연변이 세포 II	○	×	○	×
돌연변이 세포 III	×	×	○	×

단백질은 소포체 → 골지체 → 분비 소낭 → 세포 밖으로 이동한다.

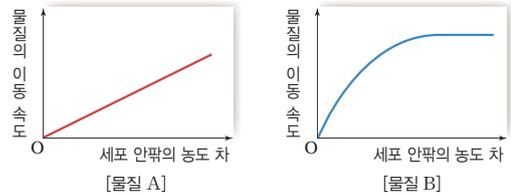
→ 돌연변이 세포 I은 분비 소낭 → 세포 밖의 경로에 이상이 생긴 세포이고, 돌연변이 세포 II는 골지체 → 분비 소낭의 경로에 이상이 생긴 세포이며, 돌연변이 세포 III은 소포체 → 골지체의 경로에 이상이 생긴 세포이다. → A는 골지체, B는 분비 소낭, C는 소포체이다.

ㄱ. 소포체, 골지체, 분비 소낭은 모두 세포막과 동일한 구조의 막으로 되어 있다. 즉, A~C 모두 인지질 2중층에 단백질이 있는 단일막 구조를 가진다.

ㄴ. 리보솜에서 합성된 단백질이 세포 밖으로 분비되는 경로는 ‘소포체 → 골지체 → 분비 소낭 → 세포 밖’이다. 단백질이 합성되어 이동함에 따라 단백질에 포함된 아미노산의 방사성 동위 원소로 인해 이동 경로에 있는 세포 소기관에서 방사선이 검출된다. 돌연변이 세포 III에서는 C에서만 방사선이 검출되고 A와 B에서는 방사선이 검출되지 않으므로 C는 리보솜에서 합성된 단백질이 처음으로 이동하는 소포체이다. 돌연변이 세포 II에서는 C와 A에서는 방사선이 검출되지만 B에서는 검출되지 않으므로 A는 골지체이다. B는 골지체에서 단백질을 막으로 싸서 떨어뜨린 분비 소낭이다. 따라서 단백질이 합성되어 이동하는 경로는 ‘C(소포체) → A(골지체) → B(분비 소낭) → 세포 밖’이다.

**바로알기** ㄷ. 돌연변이 세포 II는 소포체(C)와 골지체(A)에서는 방사선이 검출되지만 분비 소낭(B)에서는 방사선이 검출되지 않으므로 골지체에서 분비 소낭으로의 단백질 운반에 이상이 생긴 세포이다. 소포체에서 골지체로의 단백질 운반에 이상이 생긴 세포는 골지체(A)에서 방사선이 검출되지 않은 III이다.

**05** **꼼꼼 문제 분석**



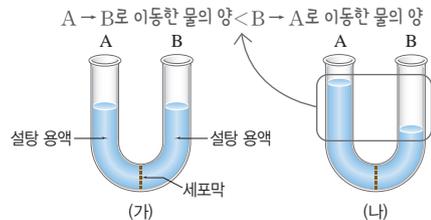
**[물질 A]**  
세포 안팎의 농도 차에 비례하여 이동 속도가 빨라진다. → 인지질 2중층을 통해 확산한다.

**[물질 B]**  
세포 안팎의 농도 차가 어느 정도 이상이 되면 이동 속도가 더 이상 빨라지지 않는다. → 막단백질을 통해 확산하며, 막단백질이 포화 상태에 이르면 확산 속도가 더 이상 빨라지지 않는다.

ㄱ, ㄴ. A는 인지질 2중층을 통해 확산하고, B는 막단백질을 통해 확산한다.

ㄷ. A는 세포 안팎의 농도 차가 클수록 이동 속도가 빠르므로, 단위시간 동안 세포막을 통해 이동하는 양이 많다.

**06** **꼼꼼 문제 분석**



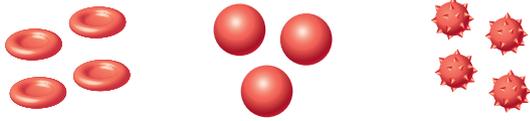
세포막을 경계로 삼투에 의해 설탕 용액의 농도가 낮은 쪽에서 높은 쪽으로 물이 이동한다. → 농도가 높은 쪽은 수면 높이가 높아지고, 농도가 낮은 쪽은 수면 높이가 낮아진다. → 설탕 용액의 농도는 A > B이다.

ㄱ. 설탕 분자는 세포막을 통과하지 못하므로 세포막을 경계로 설탕 용액의 농도가 낮은 쪽에서 높은 쪽으로 삼투에 의해 물이 이동한다. (나)에서 A 쪽이 B 쪽보다 수면 높이가 높아졌으므로 B → A로 이동한 물의 양이 A → B로 이동한 물의 양보다 많다. 따라서 (가)에서 설탕 용액의 농도는 A 쪽이 B 쪽보다 높다.

ㄷ. 시간이 지나면서 B 쪽에서 A 쪽으로 물이 이동하여 B 쪽의 수면 높이가 낮아졌다. B 쪽에 넣어준 설탕의 양은 처음과 같지만 삼투에 의해 물이 이동하여 물의 양이 줄어들었으므로 B 쪽의 설탕 용액 농도는 (가)일 때보다 (나)일 때가 높다.

**바로알기** ㄴ. (나)에서 수면 높이의 변화가 없는 것은 A → B로 이동하는 물의 양과 B → A로 이동하는 물의 양이 같기 때문이다.

07 **꼼꼼 문제 분석**



[생리식염수에 넣었을 때] 생리식염수는 사람의 체액과 농도가 같으므로 적혈구의 부피는 변화가 없다.

[A에 넣었을 때] 생리식염수에 넣은 적혈구보다 부피가 크다. ⇒ 생리식염수보다 농도가 낮은 용액 (나)에 넣은 것이다.

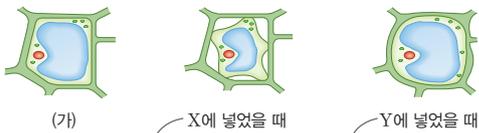
[B에 넣었을 때] 생리식염수에 넣은 적혈구보다 부피가 작다. ⇒ 생리식염수보다 농도가 높은 용액 (가)에 넣은 것이다.

ㄱ. 생리식염수보다 농도가 높은 용액 (가)에 넣은 적혈구는 물이 빠져나가 쪼그러진다. 따라서 B는 용액 (가)이다.

**바로알기** 나. A에 넣은 적혈구에서는 세포 안으로 들어오는 물의 양이 빠져나가는 물의 양보다 많으므로 적혈구 내 용액의 농도는 감소한다.

ㄷ. 생리식염수에 넣은 적혈구에서는 세포막을 통해 물이 이동하지만, 세포 안팎으로 이동하는 물의 양이 같으므로 부피 변화가 없다.

08 **꼼꼼 문제 분석**



(가) 세포막이 세포벽으로부터 분리되었다(원형질 분리). ⇒ X는 세포액보다 고장액이다.

X에 넣었을 때 세포의 부피가 커졌다. ⇒ Y는 세포액보다 저장액이다.

ㄱ. (가)를 X에 넣었을 때는 세포로부터 물이 많이 빠져나가 세포막이 세포벽에서 분리되었으므로 X는 세포액보다 농도(삼투압)가 높다. (가)를 Y에 넣었을 때는 세포로 물이 많이 들어와 세포의 부피가 커졌으므로 Y는 세포액보다 농도(삼투압)가 낮다. 따라서 설탕 농도는 X가 Y보다 높다.

나. (가)를 X에 넣었을 때 세포막이 세포벽에서 분리되는 현상이 나타났는데, 이를 원형질 분리라고 한다.

**바로알기** ㄷ. 설탕 분자는 세포벽은 통과하지만 세포막은 통과하지 못하므로 세포질이나 액포 쪽으로 이동하지 못한다. 액포는 물을 저장하고 있는데, 세포액의 농도에 따라 물의 이동이 일어나 세포의 삼투압을 조절한다.

(가)를 고장액인 X에 넣었을 때 액포의 크기가 줄어든 것은 세포에서 물이 많이 빠져나가 세포질의 농도가 높아지게 되자 액포에 저장된 물이 세포질로 이동하였기 때문이다. 또 (가)를 저장액인 Y에 넣었을 때 액포의 크기가 커진 것은 세포 안으로 물이 많이 들어와 세포질의 농도가 낮아지게 되자 액포로 물이 이동하여 물의 저장량이 늘어났기 때문이다.

2 **생명 시스템에서의 화학 반응**

개념 확인 문제

188쪽

- ① 물질대사 ② 동화 ③ 이화 ④ 효소 ⑤ 활성화 에너지  
⑥ 반응물(기질) ⑦ 기질 특이성

1 (1) ○ (2) ○ (3) × 2 (1) 나, 다, 모 (2) ㄱ, 르, 브 3 ㉠ 낮고, ㉡ 단계적으로, ㉢ 필요하다 4 (1) E (2) A 5 (1) B (2) 반응물: A, 생성물: C, D 6 기질 특이성 7 (1) × (2) × (3) × (4) ○

1 (2) 물질대사가 일어날 때에는 반드시 에너지 출입이 함께 일어난다.

(3) 물질대사에는 효소(생체 촉매)가 관여한다.

2 물질대사 중 동화 작용은 저분자 물질을 고분자 물질로 합성하는 반응으로, 반응이 일어나는 과정에서 에너지를 흡수하며, 대표적인 예로 광합성이 있다. 이화 작용은 물질을 분해하면서 에너지를 방출하는 반응으로, 예로는 세포 호흡이 있다.

3 생명체 내에서 일어나는 세포 호흡은 체온 정도의 낮은 온도에서 단계적으로 반응이 일어나며, 효소가 필요하다. 그러나 생명체 밖에서 일어나는 연소는 매우 높은 온도에서 한 번에 반응이 일어나며, 효소가 필요하지 않다.

4 (1) A는 반응열, D는 효소가 없을 때의 활성화 에너지, E는 효소가 있을 때의 활성화 에너지이다.

(2) 반응열(A)은 반응물의 에너지와 생성물의 에너지 차이이므로 효소의 유무에 관계없이 일정하다.

5 효소는 생체 촉매로서 반응 전후에 변하지 않으므로 B가 효소이다. 효소와 결합하는 A는 반응물이고, 효소의 작용으로 생성된 C와 D는 생성물이다.

6 아밀레이스는 입체 구조가 맞는 녹말의 분해만을 촉진하며, 단백질과 지방은 입체 구조가 맞지 않아 작용하지 못한다. 이와 같이 효소가 입체 구조에 들어맞는 특정 반응물(기질)하고만 결합하여 촉매 작용을 하는 특성을 기질 특이성이라고 한다.

7 (1) 효소는 생명체 밖에서도 작용할 수 있어 다양한 분야에서 활용된다.

(2), (3) 효소는 입체 구조에 들어맞는 한 종류의 반응물에만 작용할 수 있으며, 반응 전후에 변하지 않으므로 재사용된다.

(4) 효소는 반응물과 결합한 상태에서 활성화 에너지를 낮춘다.

**완다샘**  
**비법 특강**

**Q1** 효소를 더 넣어 준다.  
**Q2** 열에 의해 효소의 주성분인 단백질의 입체 구조가 변하기(변성) 때문이다.  
**Q3** 침 아밀레이스의 최적 pH는 중성인데, 위 속은 강한 산성이기 때문이다.

**Q1** (나)에서는 모든 효소가 반응물과 결합한 상태이므로 반응물의 농도가 증가해도 초기 반응 속도가 더 이상 빨라지지 않는다. 따라서 효소를 더 넣어 주면 초기 반응 속도를 증가시킬 수 있다.

**Q2** 효소의 주성분은 단백질이며, 단백질은 열을 받으면 입체 구조가 변하여 그 기능을 잃는다.

**Q3** 효소의 주성분인 단백질은 pH에 따라 입체 구조가 변하므로 적절한 pH가 아닌 상태에서는 효소가 제 기능을 하지 못한다.

**내신 안정 문제**

190~192쪽

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

**01** ㄴ. 물질대사는 생명체 내에서 일어나는 모든 화학 반응으로 반드시 에너지 출입이 따른다.

ㄷ. 생명체는 물질대사를 통해 생명 시스템 유지에 필요한 물질과 에너지를 얻는다.

**바로알기** ㄱ. 생명체 내에서 일어나는 물리적 반응은 물질대사라고 할 수 없다.

**02** ㄱ. (가)는 작은 분자를 큰 분자로 합성하는 동화 작용이다. ㄴ. (나)는 큰 분자를 작은 분자로 분해하는 이화 작용으로, 예로는 영양소의 소화, 세포 호흡 등이 있다.

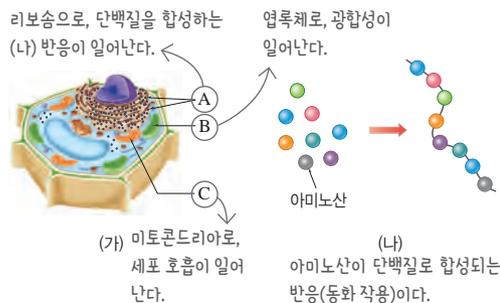
**바로알기** ㄷ. ㉠은 효소로, 활성화 에너지를 낮추어 낮은 온도에서도 반응이 잘 일어나게 한다.

**03** 그림은 반응물의 에너지가 생성물의 에너지보다 크므로 에너지를 방출하며 반응이 일어나는 발열 반응의 에너지 변화이다. ㄱ. 큰 분자가 작은 분자로 분해되는 이화 작용이 일어날 때 에너지가 방출된다.

ㄷ. 포도당이 이산화 탄소와 물로 분해되는 반응은 이화 작용으로, 에너지가 방출되는 발열 반응이다.

**바로알기** ㄴ. 반응이 일어날 때 에너지가 방출된다.

**04** **곰곰 문제 분석**



ㄱ. 리보솜(A)에서 아미노산이 결합하여 단백질이 합성되는 (나) 반응이 일어난다.

ㄷ. 엽록체(B)에서는 빛에너지를 흡수하여 이산화 탄소와 물로 포도당을 합성하는 광합성이 일어난다.

ㄴ. 미토콘드리아(C)에서 일어나는 세포 호흡은 이화 작용이다. **바로알기** ㄴ. (나)는 작은 분자(아미노산)를 큰 분자(단백질)로 합성하는 동화 작용이므로, 반응이 일어날 때 에너지를 흡수한다.

**05** (가)는 반응이 한 번에 일어나므로 연소이고, (나)는 반응이 단계적으로 일어나므로 세포 호흡이다.

ㄱ. 포도당의 연소(가)는 400 °C에서 일어나고, 세포 호흡(나)은 체온 정도인 37 °C에서 일어난다.

**바로알기** ㄴ. 연소와 세포 호흡은 반응 경로는 다르지만 반응물과 생성물이 같으므로 (가)와 (나)에서 방출되는 에너지 총량은 같다.

ㄷ. 연소(가)는 효소가 필요 없으며, 세포 호흡(나)의 경우 효소는 정해진 기질에만 작용하므로 반응의 각 단계마다 다른 종류의 효소가 필요하다.

**06** ② 효소는 화학 반응의 활성화 에너지를 낮추어 반응 속도를 빠르게 한다.

**바로알기** ① 효소의 주성분은 단백질이다.

③ 효소의 종류마다 입체 구조가 달라서 결합할 수 있는 기질이 다르다.

④ 온도가 어느 수준 이상으로 높아지면 효소의 주성분인 단백질의 입체 구조가 바뀌어 기능을 잃게 된다.

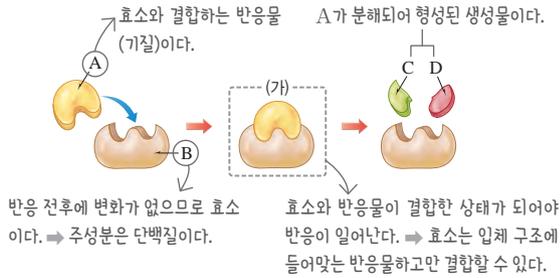
⑤ 효소는 반응물과 일시적으로 결합하여 활성화 에너지를 낮추지만, 화학 반응에 직접 참여하지 않아 반응 전후에 그대로 유지된다.

**07** ㄱ. 활성화 에너지가 높은 ㉠일 때보다 활성화 에너지가 낮은 ㉡일 때가 반응 속도가 빠르다.

ㄴ. 제시된 반응은 반응물(A)이 생성물(B, C)보다 에너지가 크므로(A > B+C) 반응이 진행되면서 에너지가 방출되는 발열 반응이다.

ㄷ. 효소가 있을 때의 에너지 변화는 활성화 에너지가 낮은 ㉡이다.

### 08 품공 문제 분석



ㄱ. 큰 분자 A가 작은 분자 C와 D로 분해되므로 효소(B)는 이화 작용에 관여한다.

ㄴ. 화학 반응이 진행됨에 따라 반응물인 A의 양은 감소하고, 생성물인 C와 D의 양은 증가한다. 그러나 촉매 기능을 하는 효소의 총량은 반응 전후에 변화없다.

**바로알기** ㄴ. (가)는 효소가 기질과 일시적으로 결합한 효소·기질 복합체이고, 이 상태에서 효소는 활성화 에너지를 낮춘다.

**09** ㄴ. 생강 속에는 카탈레이스가 있어서 과산화 수소를 물과 산소로 분해하는 반응을 촉진한다. (가)에서 삶은 간을 넣은 B에서 기포가 발생하지 않은 것은 고온에서는 효소의 주성분인 단백질이 변성되어 촉매로서의 기능을 잃었기 때문이다.

ㄷ. (가)에서 생강을 넣은 A에서는 과산화 수소가 분해되어 기포가 발생하였는데, 기포 발생이 끝나더라도 효소는 그대로 남아 있다. 따라서 (나)에서 추가로 과산화 수소수를 넣으면 카탈레이스의 작용으로 과산화 수소가 분해되어 기포가 다시 발생한다.

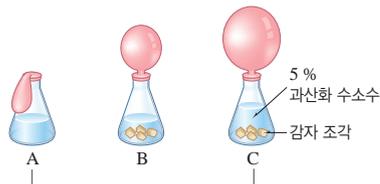
**바로알기** ㄱ. 과산화 수소가 분해되어 발생하는 기포에는 산소가 있다.

### 10 품공 문제 분석

A와 B의 차이점은 감자 조각의 유무이다. 즉, A에는 효소가 없고, B에는 효소가 있다. ⇒ 감자에는 과산화 수소 분해를 촉진하는 카탈레이스가 들어 있다.

B와 C의 차이점은 과산화 수소수의 양이다. 즉, ㄱ 반응물의 양이 B보다 C가 많다.

삼각 플라스크	A	B	C
과산화 수소수(mL)	100	100	150
감자 조각(개)	0	5	5



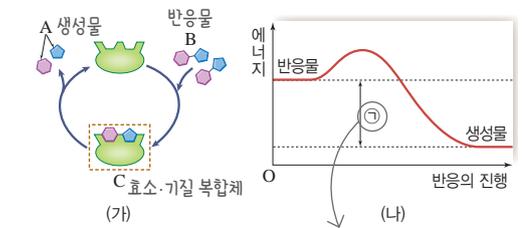
과산화 수소는 물과 산소로 분해되며, 산소 기체 발생량이 많을수록 고무풍선이 크게 부풀다. ⇒ 산소 기체 발생량은 C에서 가장 많고, 효소가 없는 A에서는 과산화 수소의 분해가 거의 일어나지 않았다.

ㄱ. A와 B의 결과를 비교하면 B에서만 고무풍선이 부풀었으므로 감자에는 과산화 수소 분해를 촉진하는 효소(카탈레이스)가 들어 있다는 것을 알 수 있다.

ㄴ. B와 C의 결과를 비교하면 감자 조각의 양이 같은데, 과산화 수소수의 양이 더 많은 C가 B보다 고무풍선이 많이 부풀었다. 이것은 효소의 양이 일정할 때, 반응물의 양이 많을수록 생성물의 양이 많아지기 때문이다.

**바로알기** ㄷ. 과산화 수소수의 농도를 높이면 반응물인 과산화 수소의 양이 늘어나 생성물의 양도 늘어난다. 따라서 10% 과산화 수소수로 실험하면 B와 C의 고무풍선의 크기는 더 커질 것이다.

### 11 품공 문제 분석



ㄱ. 반응물(B)이 생성물(A)로 분해되므로 A는 B보다 에너지가 작다.

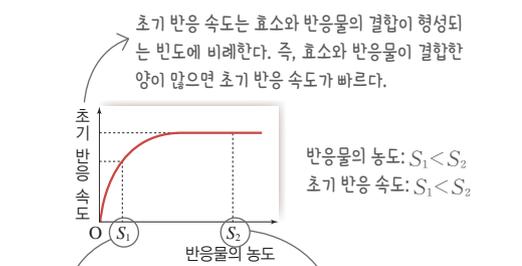
**바로알기** ㄴ. 효소는 반응물(B)과 결합하여 C를 형성함으로써 활성화 에너지를 낮춘다. 그러나 효소의 유무에 관계없이 반응열(㉠)은 변하지 않는다.

ㄷ. 반응물(B)의 양이 일정할 때 반응 속도에 관계없이 생성물(A)의 총량은 같다. 한편 효소·기질 복합체(C)의 형성 속도가 빠를수록 생성물(A)의 생성 속도가 빠르다.

**바로알기** ㄴ. 효소는 반응물(B)과 결합하여 C를 형성함으로써 활성화 에너지를 낮춘다. 그러나 효소의 유무에 관계없이 반응열(㉠)은 변하지 않는다.

ㄷ. 반응물(B)의 양이 일정할 때 반응 속도에 관계없이 생성물(A)의 총량은 같다. 한편 효소·기질 복합체(C)의 형성 속도가 빠를수록 생성물(A)의 생성 속도가 빠르다.

### 12 품공 문제 분석



반응물과 결합하지 않은 효소가 많을수록 초기 반응 속도가 빨라진다.

모든 효소가 반응물과 결합한 포화 상태이므로 반응물의 농도를 높여도 초기 반응 속도는 일정하게 유지된다.

ㄱ.  $S_1$  일 때보다  $S_2$  일 때 초기 반응 속도가 빠르므로 생성물의 생성 속도도 빠르다.

나.  $S_1$ 일 때보다  $S_2$ 일 때 초기 반응 속도가 빠르므로 반응물과 결합한 효소의 비율이 높다.

**바로알기** 다.  $S_1$ 일 때와  $S_2$ 일 때 관여하는 효소는 같으므로 활성화 에너지의 크기도 동일하다.

**13** 효소를 활용하는 사례로는 옛기름 속의 아밀레이스를 이용한 식혜 제조, 미생물의 효소를 이용한 김치와 된장 같은 발효 식품 제조, 포도당 산화 효소를 이용한 혈당 측정기, 키위와 파인에 플 등 과일 속의 단백질 분해 효소를 이용하여 고기를 연하게 만드는 것 등이 있다.

**바로알기** ⑤ 큰 감자를 작게 자르면 빨리 삶아지는 것은 표면적을 증가시키는 물리적인 효과이다. 이 과정에 효소가 관여하지는 않는다.

**14** (1) 세포 호흡은 포도당과 같은 유기물을 이산화 탄소와 물로 분해하는 이화 작용으로, 주로 미토콘드리아에서 일어난다.  
(2) 생명체 내에서 일어나는 세포 호흡은 연소와는 달리 체온 정도의 낮은 온도에서 효소의 작용으로 일어나며, 반응이 단계적으로 진행되어 에너지가 소량씩 방출된다.

**모범 답안** (1) 미토콘드리아

(2) 세포 호흡은 반응이 단계적으로 일어나지만, 연소는 반응이 한 번에 일어난다. 세포 호흡은 체온 정도의 낮은 온도에서 일어나지만, 연소는 매우 높은 온도에서 일어난다. 세포 호흡에는 생체 촉매인 효소가 필요하지만, 연소는 효소가 필요하지 않다. 세포 호흡에서는 에너지가 소량씩 여러 차례에 걸쳐 방출되지만, 연소에서는 에너지가 한꺼번에 방출된다. 중 2가지

채점 기준	배점
(1) 미토콘드리아라고 쓴 경우	30 %
(2) 차이점 두 가지를 모두 옳게 서술한 경우	70 %
차이점 두 가지 중 한 가지만 옳게 서술한 경우	30 %

**15** 그림에서 효소는 입체 구조에 맞는 특정 반응물(기질)하고만 결합한다. 반응이 끝난 후 효소는 변하지 않으므로 다시 반응물과 결합하여 화학 반응을 촉진할 수 있다.

**모범 답안** 효소는 반응물과 결합하여 작용한다. 효소는 입체 구조에 들어 맞는 특정 물질에만 작용한다. 효소는 반응 전후에 변하지 않는다.

채점 기준	배점
효소의 특성 세 가지를 모두 옳게 서술한 경우	100 %
효소의 특성 세 가지 중 두 가지만 옳게 서술한 경우	60 %
효소의 특성 세 가지 중 한 가지만 옳게 서술한 경우	30 %

**16** 화학 반응이 일어나기 위해 필요한 최소한의 에너지를 활성화 에너지라고 하는데, 활성화 에너지가 크면 반응이 일어나기 어렵다. 효소는 반응물인 기질과 일시적으로 결합하여 활성화 에너지를 낮춤으로써 화학 반응이 빠르게 일어날 수 있게 한다.

**모범 답안** (1) 카탈레이스

(2) 효소는 화학 반응의 활성화 에너지를 낮추어 반응이 빠르게 일어나도록 한다.

채점 기준	배점
(1) 카탈레이스라고 쓴 경우	30 %
(2) 효소는 활성화 에너지를 낮춘다고 옳게 서술한 경우	70 %
효소가 반응물(기질)과 결합하기 때문이라고만 서술한 경우	30 %

**17** **모범 답안** 한 종류의 효소는 한 종류의 반응물(기질)에만 작용하는 기질 특이성이 있다. 물질대사는 여러 단계를 거쳐 일어나는데, 각 단계마다 반응물이 다르므로 많은 종류의 효소가 필요하다. 그러나 효소는 반응 전후에 변하지 않아 재사용이 가능하므로 종류가 많은 데 비해 그 양은 많지 않다.

채점 기준	배점
기질 특이성, 재사용과 관련지어 옳게 서술한 경우	100 %
특정 반응물하고만 결합하는 특성이 있다고 서술한 경우	50 %
효소가 재사용될 수 있기 때문이라고 서술한 경우	

## 실력 UP 문제

193쪽

01 ① 02 ⑤ 03 ③ 04 ③

**01** 가. A는 미토콘드리아, B는 엽록체이고, (가)는 광합성, (나)는 세포 호흡이다. 광합성(가)은 엽록체(B)에서 빛에너지를 흡수하여 일어나고, 세포 호흡(나)은 주로 미토콘드리아(A)에서 일어난다.

**바로알기** 나. 세포 호흡(나)은 단계적으로 반응이 진행되어 에너지가 여러 단계에서 소량씩 방출되며, 방출된 에너지의 일부는 ATP의 화학 에너지로 저장되고 나머지는 열로 방출된다.

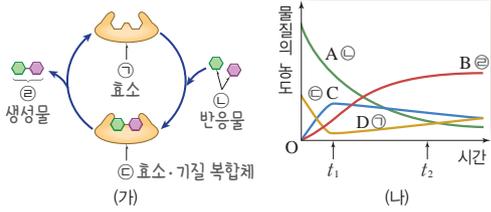
다. 광합성(가)과 세포 호흡(나)은 반응 물질도 다르고 서로 다른 중간 산물을 형성하면서 반응이 일어나므로 이에 관여하는 효소의 종류가 다르다.

**02** 가. 이 반응은 반응물의 에너지보다 생성물의 에너지가 크므로 에너지를 흡수하여 일어나는 동화 작용이다.

나. 활성화 에너지는 반응이 일어나는 데 필요한 최소한의 에너지로, 효소가 없을 때의 활성화 에너지는 A이고, 효소가 있을 때의 활성화 에너지는  $A - C + B$ 이다.

다. 효소의 작용으로 활성화 에너지는  $C - B$ 만큼 감소하여 효소가 없을 때보다 반응이 잘 일어난다.

03 **공공 문제 분석**



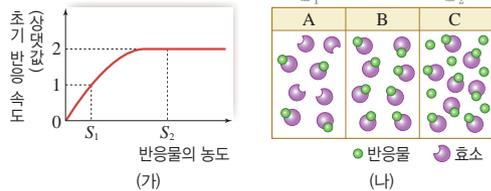
- A: 시간이 지날수록 농도가 감소하므로 반응물 ㉠이다.
- B: 시간이 지날수록 농도가 증가하므로 생성물 ㉡이다.
- C: 처음에는 0이었지만 반응이 진행되면서 일정한 정도로 생성되었으므로 효소·기질 복합체 ㉢이다.
- D: ㉠이다.

㉢. ㉢(효소·기질 복합체)의 농도는 C이다. C의 농도는  $t_1$  때가  $t_2$  일 때보다 높다.

**바로알기** ㉠. 효소(㉠)는 처음에는 일정 농도로 있지만 기질과 결합하여 효소·기질 복합체(㉢)를 형성함에 따라 농도가 낮아지므로 D이다.

㉡. 반응물(㉠)의 농도를 2배로 증가시키면 생성물(㉡, B)의 양이 2배로 증가하나, 효소의 총량은 기질과의 결합 여부나 반응물의 증가에 관계없이 일정하므로  $C+D$ (㉠+㉢)의 농도는 일정하다.

04 **공공 문제 분석**



- $S_1$ 일 때 반응물의 농도가 높아지면 초기 반응 속도가 증가한다. → 반응물과 결합하지 않은 효소가 있다. → 효소와 반응물의 결합 정도는 (나)의 A이다.
- $S_2$ 일 때 반응물의 농도가 높아지더라도 초기 반응 속도가 더 이상 증가하지 않는다. → 모든 효소가 반응물과 결합한 상태이다. → 효소와 반응물의 결합 정도는 (나)의 C이다.

- ①  $S_1$ 일 때 효소와 반응물의 결합 정도는 A로, 반응물과 결합하지 않은 효소가 있다.
  - ②  $S_2$ 일 때가  $S_1$ 일 때보다 초기 반응 속도가 빠르므로 생성물의 생성 속도도  $S_2$ 일 때가  $S_1$ 일 때보다 빠르다.
  - ④  $S_2$ 일 때 효소와 결합하지 않은 반응물이 있으므로 효소를 더 넣어 주면 초기 반응 속도가 2보다 커진다.
  - ⑤  $S_1$ 일 때는 반응물과 결합하지 않은 효소가 있지만,  $S_2$ 일 때는 모든 효소가 반응물과 결합하고 있다. 따라서 반응물과 결합하고 있는 효소의 비율은  $S_2$ 일 때가  $S_1$ 일 때보다 높다.
- 바로알기** ③ 효소 반응의 활성화 에너지 크기는 반응물의 농도와 관계없이 동일하다.

3 **생명 시스템에서 정보의 흐름**

개념 확인 문제

197쪽

- ① 유전자    ② 생명 중심    ③ DNA    ④ 3염기 조합
- ⑤ 전사    ⑥ 코돈    ⑦ 번역    ⑧ 리보솜    ⑨ 아미노산

- 1 (1) ○ (2) × (3) ○    2 단백질    3 A: 전사, B: 번역
- 4 -UAUCGGAGU-    5 (1) ㉠ 3염기 조합, ㉡ 코돈
- (2) (가) GGT (나) UAU    6 (1) ○ (2) × (3) ○ (4) ○

1 (1), (3) 유전자는 DNA의 특정 부분에 염기 서열 형태로 존재한다.

(2) 염색체 1개는 DNA 한 분자와 단백질로 되어 있으며, 한 분자의 DNA에는 수많은 유전자가 있다.

2 유전자에 저장된 유전 정보에 따라 단백질(㉠)이 합성되고, 단백질이 기능을 수행함으로써 형질이 나타난다.

3 DNA의 유전 정보를 RNA로 전달하는 과정(A)은 전사이고, RNA의 유전 정보에 따라 단백질이 합성되는 과정(B)은 번역이다.

4 전사가 일어날 때에는 DNA 염기 서열에 상보적인 염기 서열을 가진 RNA가 합성된다.  $A \rightarrow U, T \rightarrow A, G \rightarrow C, C \rightarrow G$ 로 전사된다.

DNA 염기 서열: -ATAGCCTCA-  
RNA 염기 서열: -UAUCGGAGU-

5 (1) 하나의 아미노산을 지정하는 DNA의 연속된 3개의 염기를 3염기 조합이라고 하고, 하나의 아미노산을 지정하는 RNA의 연속된 3개의 염기를 코돈이라고 한다.

(2) (가)의 염기는 이중 나선을 이루고 있는 DNA의 염기 서열 CCA에 상보적인 GGT이다. RNA는 DNA 이중 나선 중 아래쪽 가닥에서 전사되었다. 따라서 (나)의 염기 서열은 ATA에 상보적인 UAU이다.

6 (1) DNA의 유전 정보는 RNA로 전사된 후 RNA에 의해 단백질로 전달된다.

(2) 동물 세포에서 전사는 DNA가 있는 핵 속에서 일어난다.

(3) 번역은 RNA의 유전 정보에 따라 단백질이 합성되는 과정으로, 단백질 합성 장소인 리보솜에서 일어난다.

(4) DNA로부터 유전 정보가 전달된 RNA의 염기 서열에 의해 아미노산 배열 순서가 결정된다.

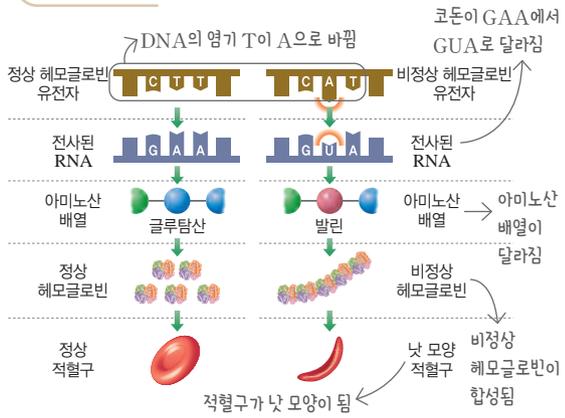
## 개념 확인 문제

199쪽

- ① 염기 서열    ② 단백질    ③ 헤모글로빈    ④ DNA  
 ⑤ RNA    ⑥ 사람

- 1 (1) ○ (2) ○ (3) × (4) × (5) ○    2 페닐케톤뇨증    3 (1) ⊖  
 (2) ⊕ (3) ⊖ (4) ⊕    4 유전부호 체계

### 1 품공 문제 분석



- (1) 유전자는 DNA에 있다.  
 (2) DNA에 있는 유전자의 염기 서열이 바뀌면 바뀐 염기에 대해 상보적인 염기를 갖는 RNA가 만들어지므로 전사되는 RNA 염기 서열도 바뀌게 된다.  
 (3) RNA의 코돈 GAA는 글루탐산을, GUA는 발린을 지정한다.  
 (4) 이상이 생긴 유전자에서 전사된 RNA도 바뀐 염기 서열에 따라 번역된다.  
 (5) 낫 모양 적혈구의 경우 헤모글로빈 유전자 이상으로 합성된 비정상 헤모글로빈의 특성이 정상 헤모글로빈과 달라 적혈구가 낫 모양으로 바뀌었다.

**2** 유전자 이상으로 페닐알라닌을 분해하는 효소가 합성되지 않아 페닐알라닌이 체내에 축적되어 나타나는 유전 질환은 페닐케톤뇨증이다.

- 3** (1) DNA는 유전 정보를 저장하고 있는 물질이다.  
 (2) RNA는 DNA의 유전 정보를 전달하고 단백질 합성에 관여하는 물질이다.  
 (3) 유전 정보는 DNA의 염기 서열에 저장되며, RNA의 염기 서열로 전달된다.  
 (4) 리보솜은 유전 정보에 따라 아미노산을 결합시켜 단백질을 합성하는 장소이다.

**4** 거의 모든 생명체에서 유전부호 체계가 동일하기 때문에 사람의 유전자를 대장균에 넣으면 대장균에서 사람의 단백질이 만들어진다.

## 내신 만점 문제

200~202쪽

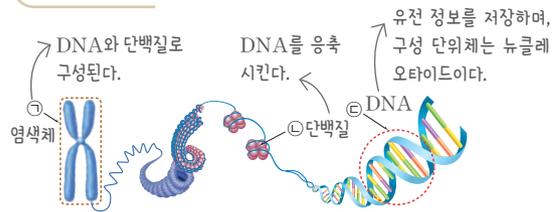
- 01 ③    02 ⑤    03 ①    04 ③    05 ⑤    06 ③  
 07 ④    08 ④    09 ①    10 ④    11 ㄴ    12 ④  
 13 ⑤    14 해설 참조    15 해설 참조

**01** ㄱ. 유전자는 DNA에서 유전 정보가 저장된 부분으로, DNA의 염기 서열 형태로 저장되어 있다.

ㄷ. DNA의 유전 정보는 RNA로 전사되며, RNA는 단백질 합성에 관여한다.

**바로알기** ㄴ. 한 분자의 DNA에는 많은 수의 유전자가 존재한다.

### 02 품공 문제 분석



ㄱ. DNA는 단백질과 결합한 상태로 세포의 핵에 존재하며, 분열 중인 세포에서는 막대 모양의 염색체로 나타난다. 분열하지 않는 세포에서 염색체는 실처럼 풀어져 있다.

ㄴ. ⊖은 히스톤 단백질이며, 단백질은 리보솜에서 합성된다.

ㄷ. ⊕은 유전 정보를 저장하고 있는 이중 나선 DNA이다. DNA를 구성하는 기본 단위는 뉴클레오타이드이다.

**03** ㄱ. 유전 정보는 유전자를 이루는 DNA(⊕)의 염기 서열에 저장되어 있다.

**바로알기** ㄴ. DNA(⊕) 뉴클레오타이드를 구성하는 염기에는 아데닌(A), 구아닌(G), 사이토신(C), 타이민(T)의 4종류가 있다. 유라실(U)은 DNA에는 없고 RNA에만 있는 염기이다.

ㄷ. 유전자 A에 이상이 생기면 단백질 A에는 이상이 생기지만, 단백질 B는 정상적으로 합성된다.

**04** ㄱ. 멜라닌 합성량이 많으면 눈동자 색이 갈색으로 나타나고, 멜라닌 합성량이 적으면 눈동자 색이 파란색으로 나타난다. 즉, 눈동자 색 형질은 멜라닌 합성량에 따라 결정된다.

ㄴ. 눈동자 색을 결정하는 유전자에 의해 멜라닌 합성 효소가 합성되는데, 효소의 주성분은 단백질이므로 유전자에는 단백질에 대한 정보가 저장되어 있다는 것을 알 수 있다.

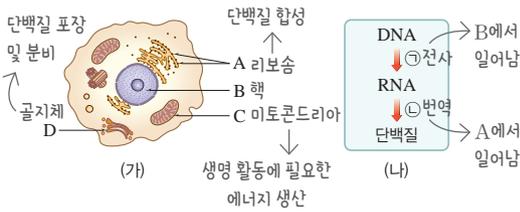
**바로알기** ㄷ. 눈동자 색에 관여하는 색소는 멜라닌 한 종류이고, 색소의 양에 따라 눈동자 색이 다르게 나타난다.

**05** ㄱ. A는 DNA의 유전 정보가 RNA(㉔)로 전달되는 전사로, 핵 속에서 일어난다.

ㄴ. ㉔는 단백질의 아미노산 배열 정보를 전달하는 RNA이며, 뉴클레오타이드가 결합하여 형성된다. RNA를 구성하는 뉴클레오타이드는 당으로 리보스를 갖는다.

ㄷ. B는 RNA의 염기 서열에 따라 아미노산이 결합하여 단백질을 합성하는 번역이다. 번역 과정에서는 RNA의 염기 서열이 아미노산 서열로 바뀐다.

**06** **꼼꼼 문제 분석**

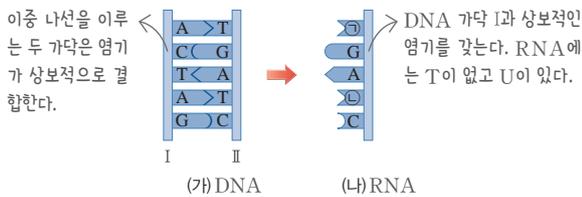


ㄷ. 골지체(D)는 전사와 번역 과정을 거쳐 합성된 단백질을 저장했다가 막으로 싸서 세포 밖으로 분비한다.

**바로알기** ㄱ. 전사(Ⓢ)는 DNA가 있는 핵(B) 속에서 일어나고, 번역(Ⓣ)은 단백질 합성 장소인 리보솜(A)에서 일어난다.

ㄴ. 번역(Ⓣ) 과정에 필요한 아미노산은 세포막을 통해 흡수한다. 동물의 경우 먹이를 섭취한 후 소화 기관에서 단백질을 아미노산으로 소화시킨 후 혈액을 통해 조직 세포로 공급한다. 미토콘드리아(C)는 유기물을 분해하여 생명 활동에 필요한 에너지(ATP)를 생산한다.

**07** **꼼꼼 문제 분석**



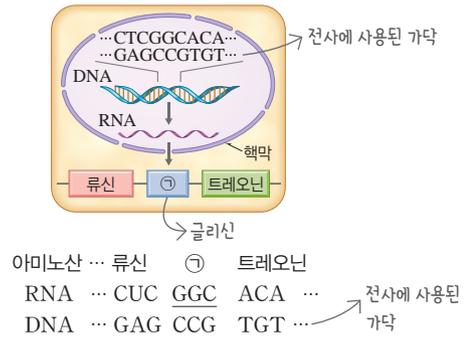
ㄱ. (가)는 DNA, (나)는 RNA이다. 전사는 DNA 이중 나선 중 한 가닥에 대해 상보적인 염기 서열을 갖는 RNA가 합성되는 과정이다. 따라서 RNA(나)는 상보적인 염기 서열을 갖는 DNA 가닥 I로부터 전사된 것이다.

ㄷ. DNA(가)에서 아미노산 1개를 지정하는 연속된 3개의 염기를 3염기 조합이라고 하고, RNA(나)에서 아미노산 1개를 지정하는 연속된 3개의 염기를 코돈이라고 한다.

**바로알기** ㄴ. RNA에서 DNA 가닥 I의 아데닌(A)에 상보적인 염기는 유라실(U)이다. 타이민(T)은 DNA에는 있지만 RNA에는 없다.

**08** RNA의 연속된 염기 3개가 하나의 단위가 되어 아미노산 하나를 지정한다. 따라서 30개의 아미노산으로 구성된 부분의 유전 정보를 저장하고 있는 RNA는 90개의 염기로 구성된다.

**09** **꼼꼼 문제 분석**



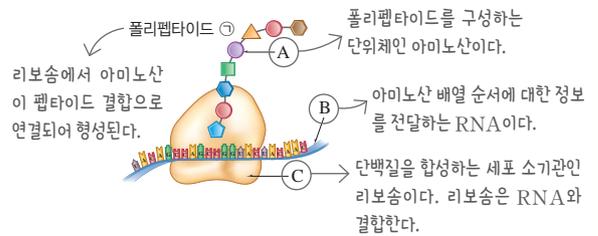
류신과 트레오닌을 지정하는 RNA의 코돈은 CUC, ACA이다. 따라서 RNA의 염기 서열은 ...CUC○○○ACA...이고, 이것은 DNA의 아래쪽 가닥 ...GAGCCGTGT...로부터 전사된 것이다.

ㄱ. ㉔를 지정하는 RNA의 코돈은 전사에 사용된 가닥의 염기 서열에 상보적인 GGC이고, 이것은 글리신을 지정한다.

**바로알기** ㄴ. RNA의 염기 서열은 DNA의 아래쪽 가닥에 상보적인 ...CUCGGCACA...이다.

ㄷ. 펩타이드 결합은 아미노산 사이의 결합으로, 세포질의 리보솜에서 일어난다.

**10** **꼼꼼 문제 분석**



ㄱ. A는 단백질을 구성하는 단위체인 아미노산으로, 20종류가 있다.

ㄷ. C는 리보솜으로, 아미노산을 펩타이드 결합으로 연결하여 단백질을 합성한다.

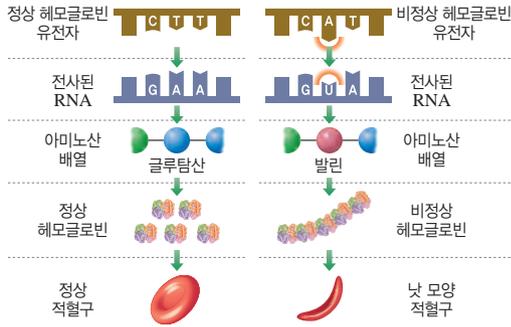
**바로알기** ㄴ. RNA의 코돈 1개는 3개의 염기로 구성되며, 코돈 1개당 아미노산 하나를 지정한다. 폴리펩타이드 ㉔은 8개의 아미노산으로 구성되어 있으므로 RNA(B)의 코돈 8개가 번역된 것이다.

11 나. 페닐케톤뇨증과 낫 모양 적혈구 빈혈증은 DNA의 염기 서열에 이상이 생겨 나타나는 유전 질환이다.

**바로알기** ㄱ. DNA 염기 서열 이상에 의한 유전 질환자의 경우 염색체 수는 정상인과 같다.

ㄷ. 페닐케톤뇨증은 페닐알라닌 분해 효소가 만들어지지 않아 발생하고, 낫 모양 적혈구 빈혈증은 비정상 단백질의 합성으로 발생한다. 생식세포의 DNA 염기 서열에 이상이 생긴 경우에는 질환이 자손에게 유전될 수 있다.

12 **공공 문제 분석**



- DNA: 정상 헤모글로빈 유전자에서 염기 T이 A로 바뀌었다. → 낫 모양 적혈구 빈혈증은 DNA의 염기 1개가 바뀐 것이 원인이다.
- RNA: DNA의 염기에 따라 정상적으로 전사되었다. → 코돈이 GAA에서 GUA로 바뀌었다.
- 아미노산: 코돈 GAA는 글루탐산을, GUA는 발린을 지정하여 아미노산 배열 순서가 바뀌었다.
- 단백질: 정상 헤모글로빈과 비정상 헤모글로빈은 아미노산 1개가 다르다. → 아미노산 개수는 같다.
- 세포: 비정상 헤모글로빈은 서로 엉겨 붙어 길쭉한 모양이 되고, 그에 따라 적혈구가 낫 모양으로 바뀐다.

나. 코돈 GAA는 글루탐산을, GUA는 발린을 지정한다.

ㄷ. 정상 헤모글로빈과 비정상 헤모글로빈은 아미노산 1개가 서로 다를 뿐 아미노산 개수는 같다.

**바로알기** ㄱ. 낫 모양 적혈구 빈혈증은 DNA의 염기 1개가 바뀐 것이 원인으로, 전사 과정에서 염기가 바뀐 것이 아니다.

13 나. 거의 모든 생명체에서 유전 정보는 DNA의 염기 서열로 저장되고, RNA가 유전 정보의 전달자로 이용된다는 공통점이 있다.

ㄷ. 모습과 생활 방식이 서로 다른 여러 생명체의 유전부호 체계가 공통적이라는 것은 생명체의 진화 과정에서 유전 정보는 달라졌지만 공통 조상의 유전부호 체계는 보존되어 왔다는 것을 의미한다.

**바로알기** ㄱ. 유전부호 체계는 종에 관계없이 거의 모든 생물에서 공통적이다.

14 생물의 형질을 결정하는 유전 정보는 DNA에 염기 서열 형태로 저장되어 있다. 유전자가 전사와 번역 과정을 거쳐 단백질이 합성되고, 이 단백질이 특정 기능을 수행함으로써 형질이 나타난다.

**모범 답안** (1) DNA, 유전 정보는 DNA의 염기 서열에 저장되어 있다. (2) DNA의 염기 서열에 저장된 유전 정보는 RNA로 전사되고, RNA의 유전 정보에 따라 리보솜에서 아미노산이 펩타이드 결합으로 연결되어 단백질이 만들어지는 번역이 일어난다.

채점 기준	배점
(1) DNA의 염기 서열에 유전 정보가 저장된다고 옳게 서술한 경우	40 %
DNA에 유전 정보가 저장된다고만 서술한 경우	20 %
전사와 번역 과정을 포함하여 옳게 서술한 경우	60 %
(2) 전사와 번역 과정을 포함하여 서술하였으나 일부 내용이 누락된 경우	30 %

15 **공공 문제 분석**



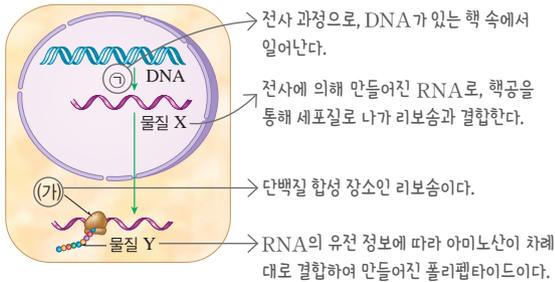
DNA 유전 정보는 핵 속에서 RNA로 전사되고, RNA의 유전 정보에 따라 리보솜에서 단백질로 번역된다. 이때 DNA와 RNA의 연속된 3염기가 하나의 아미노산을 지정하며, DNA의 염기 서열이 바뀌면 RNA의 염기 서열도 바뀌어 이상 단백질이 만들어질 수 있다.

- 모범 답안** (1) (가) 전사 (나) 번역  
 (2) (가) 핵 (나) 리보솜  
 (3) RNA는 DNA의 ㉔와 상보적인 염기 서열로 되어 있으므로 ㉔로부터 전사되었다.  
 (4) 시스테인-페닐알라닌-글리신-세린  
 (5) RNA의 2번째 코돈이 UUU에서 GUU로 바뀌고, 그에 따라 단백질의 2번째 아미노산이 페닐알라닌에서 발린으로 바뀌게 된다.

채점 기준	배점
(1) (가)와 (나)를 모두 옳게 쓴 경우	10 %
(가)와 (나) 중 하나만 옳게 쓴 경우	5 %
(2) (가)와 (나)를 모두 옳게 쓴 경우	10 %
(가)와 (나) 중 하나만 옳게 쓴 경우	5 %
(3) 근거를 들어 ㉔라고 옳게 서술한 경우	30 %
㉔라고만 쓴 경우	10 %
(4) 아미노산 배열 순서를 4개 모두 옳게 서술한 경우	20 %
RNA와 단백질의 변화를 모두 옳게 서술한 경우	30 %
RNA와 단백질의 변화 중 한 가지만 옳게 서술한 경우	10 %

01 ① 02 ⑤ 03 ③ 04 ④

01 품공 문제 분석



나. ㉠은 전사이며, DNA의 염기 서열에 상보적인 염기를 가진 뉴클레오타이드를 결합시켜 RNA(물질 X)를 합성한다.

바로알기 가. 리보솜(가)은 알갱이 모양으로, 막으로 둘러싸여 있지 않다.

다. RNA(X)를 구성하는 단위체는 4종류이고, 단백질(Y)을 구성하는 단위체는 20종류이다. 따라서 물질을 구성하는 단위체의 종류는 X가 Y보다 적다.

02 품공 문제 분석

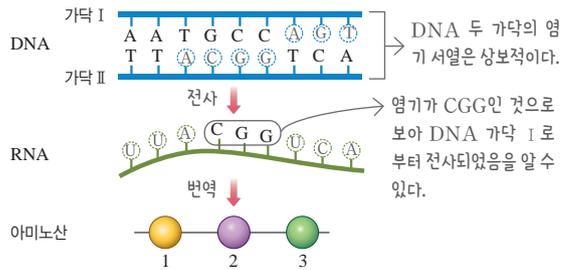
구분	염기 조성(%)					
	아데닌 (A)	구아닌 (G)	사이토신 (C)	타이민 (T)	유라실 (U)	계
(가)	28	33	22	17	0	100
(나)	㉠ 17	22	㉡ 33	㉢ 28	0	100
(다)	㉣ 17	22	33	0	㉤ 28	100

- 타이민(T)은 DNA에만 있는 염기이고, 유라실(U)은 RNA에만 있는 염기이다. → (가)와 (나)는 이중 나선을 이루는 DNA 가닥이고, (다)는 이중 한 가닥으로부터 전사되어 만들어진 RNA이다.
- DNA 이중 나선에서 염기 A와 T, G와 C는 상보결합을 한다. 따라서 (가)와 (나)에서 아데닌(A)과 타이민(T) 비율이 같고, 구아닌(G)과 사이토신(C) 비율이 같다. → ㉠=17, ㉡=33, ㉢=28
- RNA는 전사에 이용된 DNA 가닥과 상보적인 염기 서열을 갖는다. → RNA의 구아닌(G) 비율은 전사에 사용된 DNA 가닥의 사이토신(C) 비율과 같다. → (다)는 (가)로부터 전사되었다. → ㉣=17, ㉤=28

- ① ㉠+㉡=17+33=50이다.
- ② ㉣과 ㉤은 모두 (가)의 아데닌(A) 비율과 같은 28이다.
- ③ ㉣은 (가)의 타이민(T) 비율과 같은 17이다.
- ④ (가)와 (나)는 DNA이고, (다)는 RNA이다.

바로알기 ⑤ RNA(다)의 구아닌(G)과 사이토신(C) 비율로 보아 RNA의 염기 서열은 (가)와 상보적이다.

03 품공 문제 분석



- ① 가닥 I의 마지막 3개의 염기는 가닥 II의 염기에 상보적인 AGT이다.
- ② 가닥 II의 비어 있는 4개 염기의 서열은 ACGG로 G이 2개 있다.
- ④ RNA는 상보적인 염기 서열을 갖는 DNA 가닥 I로부터 전사된 것이다.
- ⑤ 제시된 RNA에서 U은 3개, A은 2개로 염기의 수는 U이 A보다 1개 더 많다.

바로알기 ③ 아미노산 1을 지정하는 코돈은 UUA이다.

04 품공 문제 분석

코돈이 GAA에서 GUA로 바뀌었다.  
→ 그에 따라 아미노산이 글루탐산에서 발린으로 바뀌었다.

정상 유전자	RNA	아미노산
(가)	...CCU GAA GAA...	프롤린 - 글루탐산 - 글루탐산
(나)	...CCU GUA GAA...	프롤린 - 발린 - 글루탐산

코돈이 GAA에서 GAG로 바뀌었다.  
→ 아미노산은 글루탐산으로 정상과 같다.  
→ 글루탐산을 지정하는 코돈은 2개 이상 있다.

가. (가)로부터 합성되는 단백질은 정상 단백질과 비교하여 아미노산 1개가 글루탐산에서 발린으로 바뀌었지만 아미노산 개수는 정상 단백질과 같다.

다. 코돈 GAA와 GAG는 모두 글루탐산을 지정한다. 이로부터 글루탐산을 지정하는 코돈은 최소 2개 이상 있음을 유추할 수 있다.

바로알기 나. (나)는 DNA의 염기 1개가 바뀌었지만, RNA에서 바뀐 코돈이 지정하는 아미노산을 보면 글루탐산으로 정상과 같다. 유전 정보는 단백질을 통해 형질이 발현되므로, (나)는 정상 적혈구를 형성한다. 따라서 (가)가 낫 모양 적혈구 빈혈증을 유발한다.

**중단원**

**핵심 정리**

204~205쪽

- ① 기관    ② 조직계    ③ 리보솜    ④ 미토콘드리아    ⑤ 세포막
- ⑥ 인지질    ⑦ 선택적    ⑧ 확산    ⑨ 삼투    ⑩ 효소    ⑪ 단백질
- ⑫ 활성화 에너지    ⑬ 유전자    ⑭ 전사    ⑮ 번역    ⑯ 3염기 조합
- ⑰ 코돈    ⑱ DNA    ⑲ RNA

**중단원**

**마무리 문제**

206~210 쪽

- 01 ③    02 ②    03 골지체    04 해설 참조    05 ①
- 06 해설 참조    07 ③    08 ③    09 갈치>오리>개구리
- 10 ②    11 ②    12 ①    13 해설 참조    14 해설 참조
- 15 ①    16 ⑤    17 해설 참조    18 ①    19 ④    20 생
- 명 중심 원리    21 ⑤    22 ⑤    23 ③    24 ③    25 해설
- 참조    26 ④    27 해설 참조

01 ㄱ. (가)는 동물체의 구성 단계이고, A는 모양과 기능이 비슷한 근육 세포들이 모여 이루어진 근육 조직이다.

ㄴ. (나)는 식물체의 구성 단계이므로 B는 기본 조직계이며, 기본 조직계에는 울타리 조직뿐만 아니라 해면 조직, 저수 조직 등 다양한 조직이 포함된다. 따라서 조직계를 구성하는 세포의 종류는 울타리 조직보다 다양하다.

**바로알기** ㄷ. C는 잎으로, 여러 조직이 모여 고유한 형태와 기능을 나타내는 기관의 단계이다.

02 ① 핵(A)에는 유전 물질인 DNA가 들어 있다.

③ 미토콘드리아(C)는 세포 호흡이 일어나는 장소로, 산소를 소모하고 이산화 탄소를 발생한다.

④ 엽록체(D)는 빛에너지를 화학 에너지로 전환하는 광합성이 일어나는 장소이다.

⑤ 셀룰로스는 세포벽(E)의 주요 구성 성분이다.

**바로알기** ② 액포(B)는 물, 색소, 노폐물 등을 저장하며, 성숙한 식물 세포에 크게 발달되어 있다.

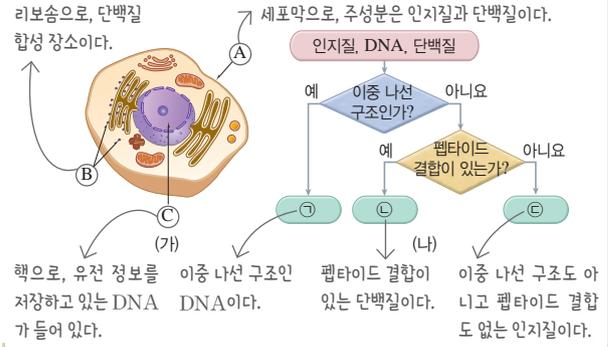
03 골지체는 단백질을 막으로 싸서 분비하는 세포 소기관으로, 동물 세포와 식물 세포에 모두 있다.

04 A는 엽록체, B는 핵, C는 세포막, D는 미토콘드리아, E는 세포벽이다. 핵, 세포막, 미토콘드리아는 동물 세포와 식물 세포에 공통적으로 존재하지만, 엽록체와 세포벽은 동물 세포에는 없고 식물 세포에는 있다.

**모범 답안** (가)는 동물 세포이고, (나)는 식물 세포이다. A(엽록체)와 E(세포벽)가 (가)에는 없고 (나)에는 있기 때문이다.

채점 기준	배점
(가)와 (나) 세포의 종류와 그렇게 판단한 근거를 모두 옳게 서술한 경우	100 %
(가)와 (나) 세포의 종류와 그렇게 판단한 근거를 옳게 서술하였으나 기호를 누락한 경우	80 %
(가)와 (나) 세포의 종류만 옳게 서술한 경우	50 %

**05** **꼼꼼 문제 분석**



ㄱ. 세포막(A)의 주성분은 단백질(㉠)과 인지질(㉡)이다.

**바로알기** ㄴ. 리보솜(B)에서는 단백질(㉠)이 합성되며, DNA(㉢)는 핵(C) 속에 있다.

ㄷ. 핵(C)에는 DNA가 단백질(㉠)과 결합한 상태로 존재한다. 또 DNA 복제와 전사에 필요한 효소(단백질) 등이 있다.

06 **모범 답안** 세포막의 주요 성분인 인지질은 머리 부분(㉠)은 친수성이고, 꼬리 부분(㉡)은 소수성이다. 세포 안과 밖은 물이 풍부한 환경이어서 친수성의 머리 부분은 바깥쪽으로 향하고 소수성의 꼬리 부분은 서로 마주 보며 안쪽으로 배열하게 되어 인지질 2중층을 이룬다.

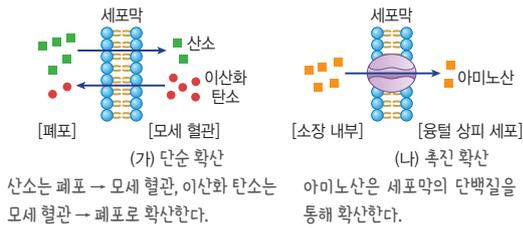
채점 기준	배점
물이 풍부한 환경에서 인지질의 친수성 부분과 소수성 부분을 언급하여 2중층을 이루게 되는 까닭을 옳게 서술한 경우	100 %
인지질의 친수성 부분은 바깥으로, 소수성 부분은 안쪽으로 배열하기 때문이라고 서술한 경우	70 %
인지질이 친수성 부분과 소수성 부분을 모두 가지기 때문이라고 서술한 경우	50 %

07 ㄱ. A는 세포막에서 2중층을 이루는 인지질이다. 인지질의 머리 부분은 글리세롤과 인산이 포함되어 있고, 꼬리 부분은 지방산 2분자로 구성된다.

ㄴ. B는 단백질로, 리보솜에서 합성된다.

**바로알기** ㄷ. 산소와 같이 분자 크기가 매우 작은 기체는 인지질 2중층을 통해 확산한다. B(단백질)를 통해 확산하는 물질에는 포도당, 아미노산과 같은 수용성 물질, 칼륨 이온이나 나트륨 이온과 같은 전하를 띠는 물질이 있다. 인슐린과 같은 고분자 물질은 막으로 둘러싸여 세포막을 통과한다.

08 **꼼꼼 문제 분석**



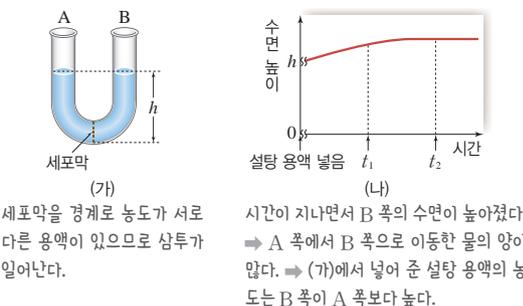
ㄱ. 확산은 물질의 농도가 높은 쪽에서 낮은 쪽으로 일어난다. (가)에서 이산화 탄소는 모세 혈관에서 폐포 쪽으로 확산되므로 이산화 탄소 농도는 모세 혈관 > 폐포이다.

ㄴ. 단순 확산은 농도 차가 클수록 빠르게 일어난다. (가)에서 폐포의 산소 농도가 높아져 모세 혈관과의 농도 차가 커지면 산소의 확산 속도가 빨라지므로 단위시간당 모세 혈관으로 이동하는 산소의 양이 증가한다.

**바로알기** ㄷ. (나)에서 소장에서 융털 상피 세포로의 아미노산 이동은 촉진 확산이다. 촉진 확산에는 막단백질이 관여하지만, 농도 차에 따른 이동이므로 세포의 에너지가 사용되지 않는다.

09 사람의 적혈구를 개구리의 등장액에 넣었을 때 적혈구 안으로 물이 들어와 부풀었으므로 삼투압은 '사람의 적혈구 > 개구리 등장액'이다. 사람의 적혈구를 오리의 등장액에 넣었을 때 부피 변화가 거의 없으므로 사람의 적혈구와 오리의 등장액의 삼투압은 거의 같다. 사람의 적혈구를 갈치의 등장액에 넣었을 때 적혈구에서 물이 빠져나가 오므라들었으므로 삼투압은 '갈치의 등장액 > 사람의 적혈구'이다. 따라서 개구리, 오리, 갈치 중 혈장 삼투압이 가장 큰 것은 갈치이고, 가장 작은 것은 개구리이다.

10 **꼼꼼 문제 분석**



ㄴ. 설탕은 분자의 크기가 커서 세포막을 통과하지 못하므로 A 쪽의 설탕의 양은 일정하다. 시간이 경과하면서 삼투에 의한 물의 이동으로 A와 B 쪽의 수면 높이의 변화가 나타난다. B 쪽의 수면이 높아진 만큼 A 쪽의 물의 양은 감소하므로 A 쪽의 물의 양은  $t_2$ 일 때가  $t_1$ 일 때보다 적다. 따라서 A 쪽 설탕 용액의 농도는  $t_2$ 일 때가  $t_1$ 일 때보다 높다.

**바로알기** ㄱ. 시간이 지나면서 B 쪽의 수면 높이가  $h$ 보다 높아졌으므로 A 쪽 → B 쪽으로 이동한 물의 양이 많았다. 삼투에 의한 물의 이동은 용액의 농도가 낮은 쪽에서 높은 쪽으로 일어나므로 (가)에서 설탕 용액의 농도는  $A < B$ 이다.

ㄷ. 설탕은 세포막을 통과하지 못하므로 B 쪽의 설탕의 양은  $t_2$ 일 때와  $t_1$ 일 때가 같다.

11 ㄴ. 세포의 모양 변화는 물의 이동에 의해 나타난다. (나)에서 세포막이 세포벽으로부터 분리된 것은 삼투에 의해 물이 세포 밖으로 많이 빠져나갔기 때문이다. 따라서 (나)가 20 % 설탕 용액에 넣어 둔 것이다.

**바로알기** ㄱ. 농도가 가장 높은 20 % 설탕 용액에 넣어 둔 것은 원형질 분리가 일어난 (나)이다. (가)는 10 % 설탕 용액에 넣어 둔 것이고, 세포의 부피가 커진 (다)는 증류수에 넣어 둔 것이다. ㄷ. 배추를 소금물에 절이면 배추 세포에서 물이 빠져나간다.

12 ㄱ. (가)는 이산화 탄소와 물로부터 포도당을 합성하는 광합성이다. 광합성은 작은 분자의 물질을 큰 분자의 물질로 합성하는 동화 작용이다.

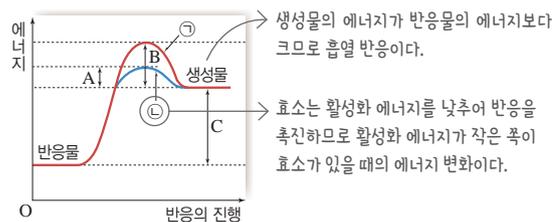
**바로알기** ㄴ. 광합성(가)에 필요한 에너지는 빛에너지를 흡수하여 공급한다.

ㄷ. (나)는 포도당을 이산화 탄소와 물로 분해하는 세포 호흡이며, 포도당에서 방출된 에너지 중 일부만 ATP에 저장되어 생명 활동에 이용되고 나머지는 열로 방출된다.

13 **모범 답안** A에서는 이산화 탄소와 물로부터 포도당을 합성하는 광합성이 일어나며, 이때 에너지가 흡수된다. B에서는 아미노산을 펩타이드 결합으로 연결하는 단백질 합성이 일어나며, 이때 에너지가 흡수된다. C에서는 포도당과 같은 유기물을 이산화 탄소와 물로 분해하는 세포 호흡이 일어나며, 이때 에너지가 방출된다.

채점 기준	배점
A~C의 물질대사와 에너지 출입을 모두 옳게 서술한 경우	100 %
A~C의 물질대사와 에너지 출입 중 두 가지만 옳게 서술한 경우	60 %
A~C의 물질대사와 에너지 출입 중 한 가지만 옳게 서술한 경우	30 %

14 **꼼꼼 문제 분석**

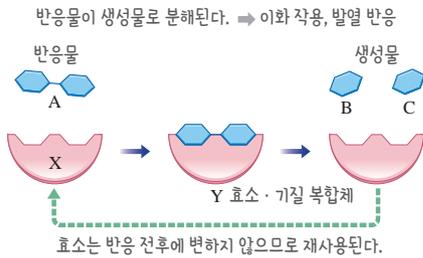


활성화 에너지는 반응물이 반응을 일으키는 데 필요한 최소한의 에너지로, ㉠의 활성화 에너지는  $B+C$ 이고, ㉡의 활성화 에너지는  $A+C$ 이다.

**모범 답안** 효소가 있을 때의 에너지 변화는 ㉠이다. ㉠의 활성화 에너지는 B+C이고, ㉡의 활성화 에너지는 A+C이다. 효소는 활성화 에너지를 낮추는 작용을 하므로, 활성화 에너지가 작은 ㉠이 효소가 있을 때의 에너지 변화이다.

채점 기준	배점
㉠이 효소가 있을 때의 에너지 변화라고 쓰고, A~C를 활용하여 근거를 옮겨 서술한 경우	100 %
㉠이 효소가 있을 때의 에너지 변화라고 쓰고, A~C를 활용하지 않고 서술한 경우	70 %
㉠이 효소가 있을 때의 에너지 변화라고만 쓴 경우	30 %

### 15 품공 문제 분석



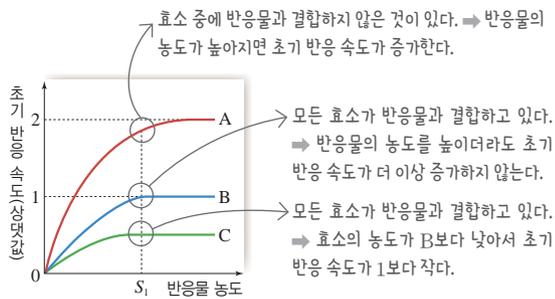
효소는 반응물과 결합한 상태에서 활성화 에너지를 낮춘다. → 효소·기질 복합체의 생성량이 많을수록 반응 속도가 증가한다.

ㄴ. 효소 X와 결합하는 A는 반응물이다. 효소는 반응물과 결합하여 활성화 에너지를 낮추므로 Y(효소·기질 복합체)의 생성량이 많을수록 반응 속도가 증가한다.

**바로알기** ㄱ. A는 반응물이므로 반응 후에 그 양이 줄어들고 생성물인 B와 C의 양은 증가한다. 그러나 효소 X의 양은 반응 전후에 변하지 않는다.

ㄷ. 반응물 A가 생성물 B와 C로 분해되므로 효소 X는 이화 작용(발열 반응)을 촉매하는 효소이다.

### 16 품공 문제 분석



→ S<sub>1</sub>일 때(반응물의 농도가 같을 때) 초기 반응 속도는 효소의 농도에 비례한다. → A > B > C

ㄱ. 반응물의 농도가 일정할 때 효소의 농도가 높을수록 반응물과 효소가 결합하는 빈도가 높아져 초기 반응 속도는 증가한다. 따라서 효소의 농도는 A > B > C이다.

ㄴ. 효소의 농도가 B일 때 반응물의 농도가 S<sub>1</sub>에 이르기까지는 반응물의 농도가 증가할수록 초기 반응 속도도 증가한다.

ㄷ. S<sub>1</sub>에서 효소의 농도가 B일 때에는 모든 효소가 반응물과 결합하여  $\frac{\text{반응물과 결합한 효소의 수}}{\text{전체 효소의 수}} = 1$ 이다. 그러나 효소의 농도가 A일 때에는 반응물과 결합하지 않은 효소가 있으므로

$\frac{\text{반응물과 결합한 효소의 수}}{\text{전체 효소의 수}} < 1$ 이다. 따라서 이 값은 A < B이다.

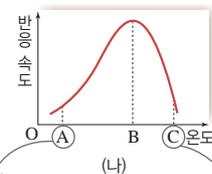
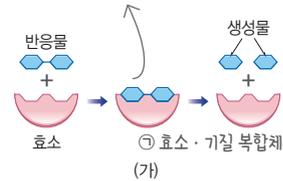
**17** 간 속에는 카탈레이스라는 효소가 있어서 과산화 수소를 물과 산소로 분해하는데, 이때 발생한 산소가 기포로 발생한다. 그런데 간을 삶으면 효소의 주성분인 단백질의 입체 구조가 변하여 기능을 잃게 된다.

**모범 답안** 과산화 수소수에 생간을 넣으면 간 속의 카탈레이스가 과산화 수소가 물과 산소로 분해되는 반응을 촉진하여 기포가 발생한다. 그런데 간을 삶으면 고온에서 효소의 주성분인 단백질이 변성되어 카탈레이스의 촉매 기능이 상실되므로 과산화 수소수에 삶은 간을 넣으면 기포가 발생하지 않는다.

채점 기준	배점
㉠과 ㉡의 결과를 모두 옮겨 서술한 경우	100 %
㉠과 ㉡의 결과 중 한 가지만 옮겨 서술한 경우	50 %

### 18 품공 문제 분석

효소는 반응물과 결합하여 ㉠ 상태가 되었을 때 활성화 에너지를 낮출 수 있다. → 효소에 의한 반응 속도는 ㉠의 생성 속도에 비례한다.



저온일 때는 효소와 반응물이 결합할 확률이 낮아서 반응 속도가 느리다. 고온일 때는 효소의 주성분인 단백질이 변성되어 반응물과 결합하지 못하게 되므로 반응 속도가 급격히 감소한다.

ㄱ. 효소·기질 복합체(㉠)가 많이 형성될수록 효소의 반응 속도가 빠르다. 따라서 ㉠의 생성 속도는 A에서보다 반응 속도가 빠른 B에서가 빠르다.

**바로알기** 나. 효소는 A와 B에서 모두 활성화 에너지를 낮추지만, 온도가 낮은 A에서는 B에서보다 기질과 잘 결합하지 못하여 반응 속도가 느리다.

다. C에서 반응 속도가 느린 것은 고온에서 효소의 입체 구조가 바뀌어 효소와 기질이 결합하지 못하기 때문이다.

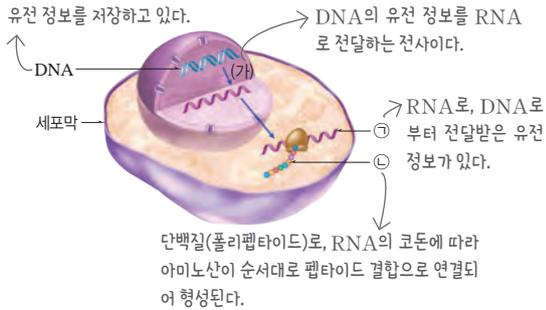
**19** 나. A에 저장된 유전 정보는 RNA로 전사되고, RNA의 유전 정보에 따라 리보솜에서 아미노산이 펩타이드 결합으로 연결되어 단백질이 합성된다. 따라서 A에 의해 펩타이드 결합 효소가 합성되기까지 RNA와 리보솜이 관여한다.

다. 유전자의 염기 서열에 이상이 생겨 펩타이드 결합 효소가 정상적으로 형성되지 않으면 펩타이드 결합이 일어나지 않아 사슴의 털색이 갈색이 아닌 흰색이 될 수 있다.

**바로알기** 가. A에는 펩타이드 결합 효소가 아니라 펩타이드 결합 효소의 정보가 들어 있다.

**20** 세포 내에서 유전 정보는 'DNA → RNA → 단백질'로 흐른다고 설명하는 것을 생명 중심 원리라고 한다.

**21** **꼼꼼 문제 분석**



가. 전사(가)는 DNA의 염기 서열에 상보적인 염기 서열을 갖는 RNA를 합성하는 과정이다.

나. RNA(㉠)의 단위체는 뉴클레오타이드이며, 당, 인산, 염기로 구성된다.

다. DNA에는 단백질(㉡)을 구성하는 아미노산의 배열 순서에 대한 정보가 저장되어 있으며, 이 정보는 RNA(㉠)를 통해 리보솜으로 전달된다.

**22** ① 염색체는 DNA와 단백질로 되어 있으며, DNA에는 많은 수의 유전자가 있다.

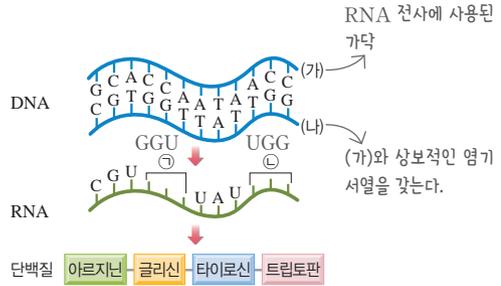
② 전사는 DNA로부터 RNA가 합성되어 유전 정보가 DNA에서 RNA로 전달되는 것이다.

③ 코돈은 RNA에서 하나의 아미노산을 지정하는 연속된 3개의 염기로, 64종류가 있다.

④ 리보솜에서는 RNA의 유전 정보에 따라 아미노산을 결합시켜 단백질을 합성하는 번역이 일어난다.

**바로알기** ⑤ 전사가 일어날 때는 이중 나선을 이루는 DNA의 두 가닥 중 한 가닥을 이용하여 RNA가 합성된다.

**23** **꼼꼼 문제 분석**



가. DNA에서 RNA로 유전 정보가 전사될 때 DNA를 이루는 두 가닥 중 한 가닥을 이용하여 상보적인 염기 서열을 갖는 RNA를 합성한다. 따라서 RNA와 상보적인 염기 서열을 갖는 (가)로부터 RNA가 전사되었다.

다. 글리신을 지정하는 코돈 ㉠은 GGU이고, 트립토판을 지정하는 코돈 ㉡은 UGG이다.

**바로알기** 나. 코돈은 RNA에서 한 아미노산을 지정하는 연속된 3개의 염기로, 타이로신을 지정하는 코돈은 UAU이고, ATA는 UAU로 전사된 DNA의 염기 서열이다.

**24** ㉠과 ㉡에 해당하는 염기와 이로부터 합성된 단백질의 아미노산 서열은 다음과 같다.

DNA 가닥	... TGG	<span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">㉠</span> CTC	↓ ACC	TCG ...
전사된 RNA	... ACC	CGU	GAG	<span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">㉡</span> AGC ...
코돈 번호	54	55	56	57
아미노산 서열	...	트레오닌	— 아르ژ닌 —	글루탐산 — 트립토판 — 세린 ...

가. ㉠에 해당하는 염기 서열은 RNA의 코돈 CGU에 상보적이므로 GCA이다.

다. ↓ 부분에 염기 A가 삽입되면 이후의 DNA의 염기 서열이 AAC CTC G...가 되어 58번 코돈으로 전사되는 염기 서열이 CTC가 된다. 그에 따라 58번 코돈은 GAG가 되어 글루탐산을 지정하게 된다.

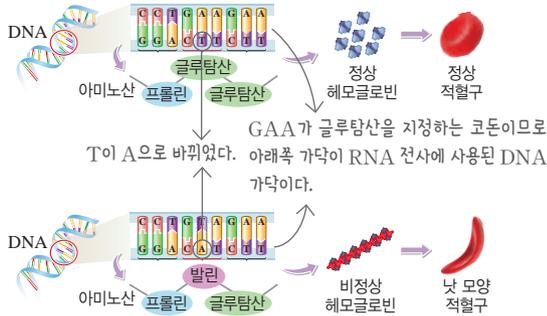
**바로알기** 나. 코돈 ㉡은 DNA의 염기 서열 ACC에 상보적인 UGG로, 트립토판을 지정한다.

**25** RNA는 전사에 사용된 DNA 가닥과 상보적인 염기 서열을 가지며, 염기 T 대신 U이 있다. RNA의 연속된 3개의 염기 조합을 코돈이라고 하며, 하나의 코돈은 하나의 아미노산을 지정한다.

**모범 답안** (1) GCCTTGATACGGAGGATA  
 (2) 6개. RNA의 연속된 염기 3개가 한 조가 되어 하나의 아미노산을 지정하므로 염기 18개로 구성된 RNA가 모두 번역된다면 총 6개의 아미노산으로 구성된 폴리펩타이드가 형성된다.

채점 기준	배점
(1) RNA의 염기 서열을 옳게 서술한 경우	40 %
6개라고 쓰고, 근거를 옳게 서술한 경우	60 %
(2) 6개라고 쓰고, RNA 염기 3개가 하나의 코돈이 된다고 서술한 경우	40 %
6개라고만 쓴 경우	20 %

**26** **공공 문제 분석**



나. DNA의 염기 1개가 달라졌는데 지정하는 아미노산이 글루탐산에서 발린으로 달라졌다. 즉, 유전자에 이상이 생기면 저장되는 유전 정보가 달라질 수 있다.

다. 단백질은 아미노산 배열 순서에 따라 종류와 특성이 결정된다. 따라서 아미노산이 하나만 달라져도 정상적인 기능을 하지 못하는 단백질이 만들어질 수 있고, 그에 따라 유전 질환이 나타날 수 있다.

**바로알기** ㄱ. DNA의 염기 서열 CTT가 CAT로 바뀌면 RNA의 코돈이 GUA로 된다. 이것은 발린을 지정하는 코돈이다.

**27** 유전자에 저장된 유전 정보는 단백질을 통해 형질로 발현된다. 따라서 유전자에 이상이 생기면 정상 단백질이 합성되지 않아 유전 질환이 나타날 수 있다.

**모범 답안** 페닐알라닌 분해 효소 유전자에 이상이 생겨 페닐알라닌 분해 효소가 합성되지 않은 결과 페닐알라닌이 타이로신으로 전환되지 않고 체내에 축적되어 페닐케톤뇨증이 나타난다.

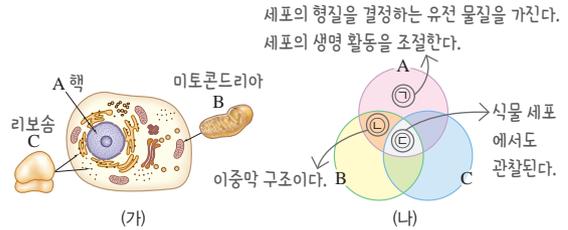
채점 기준	배점
유전자, 단백질, 형질 발현의 관계를 포함하여 옳게 서술한 경우	100 %
유전자, 단백질, 형질 발현의 관계 중 일부만 포함하여 서술한 경우	50 %

**중단원 고난도 문제**

21쪽

01 ④ 02 ④ 03 ① 04 ④

**01** **공공 문제 분석**



**선택지 분석**

- ✗ '세포 호흡을 통한 이화 작용이 일어난다.'는 ㉠에 해당한다. 해당하지 않는다
- ㉡ '이중막 구조이다.'는 ㉢에 해당한다.
- ㉢ '식물 세포에서도 관찰된다.'는 ㉢에 해당한다.

**전략적 풀이** ① 형태를 보고 A~C가 어떤 세포 소기관인지 알아낸다. A는 핵, B는 미토콘드리아, C는 리보솜이다.

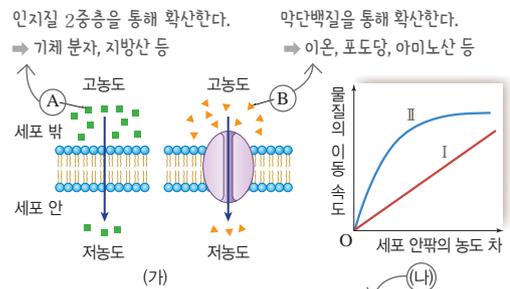
② A~C의 특징을 생각하여 이들의 공통점과 차이점을 구분한다.

ㄱ. ㉠은 미토콘드리아와 리보솜에는 없고 핵(A)에만 있는 특징이므로 '세포의 형질을 결정하는 유전 물질을 가진다.', '세포의 생명 활동을 조절한다.' 등이 될 수 있다. '세포 호흡을 통한 이화 작용이 일어난다.'는 미토콘드리아(B)만이 가지는 특징이다.

ㄴ. 이중막 구조의 세포 소기관에는 핵, 미토콘드리아, 엽록체가 있다. 따라서 '이중막 구조이다.'는 핵(A)과 미토콘드리아(B)의 공통 특징 ㉢에 해당한다.

ㄷ. 핵(A), 미토콘드리아(B), 리보솜(C)은 모두 동물 세포와 식물 세포에 공통적으로 존재하는 세포 소기관이다. 따라서 '식물 세포에서도 관찰된다.'는 A~C의 공통 특징인 ㉢에 해당한다.

**02** **공공 문제 분석**



- Ⅰ: 세포 안팎의 농도 차가 클수록 이동 속도가 빠르다. ⇒ A의 이동 속도
- Ⅱ: 세포 안팎의 농도 차가 클수록 이동 속도가 빠르지만, 어느 정도 이상에서는 더 이상 빨라지지 않는다. ⇒ B의 이동 속도

**선택지 분석**

- ㉠ 폐포와 모세 혈관 사이에서 기체는 A가 이동하는 방식으로 세포막을 통과한다.
- ㉡ B의 이동 속도는 (나)의 I이다. II
- ㉢ A와 B는 세포막을 경계로 농도 차에 따라 세포 안팎으로 확산한다.

**전략적 풀이 ①** A와 B가 세포막을 통해 이동하는 방식과 그 원리가 무엇인지 파악한다.

A는 인지질 2층을 통해, B는 막단백질을 통해 고농도에서 저농도로 확산한다.

② A, B와 같은 방식으로 이동하는 물질에는 어떤 것이 있는지 연관이 지어 생각한다.

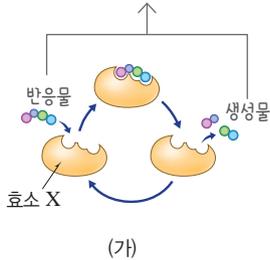
ㄱ. 분자의 크기가 매우 작은  $O_2$ ,  $CO_2$ 와 같은 기체는 A와 같이 인지질 2층을 직접 통과하여 확산한다.

ㄴ. B는 어느 정도까지는 세포 안팎의 농도 차가 클수록 이동 속도가 증가하지만, 일정 농도 차 이상에서는 막단백질이 포화되어 더 이상 이동 속도가 증가하지 않는다. 즉 B의 이동 속도는 (나)의 II이다.

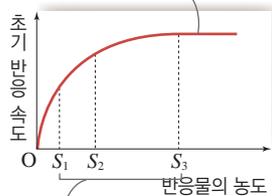
ㄷ. A와 B는 모두 농도가 높은 곳에서 낮은 곳으로 확산에 의해 세포막을 통과한다.

**03 품공 문제 분석**

반응물이 생성물보다 분자가 크다.  
 → 효소 X는 이화 작용에 관여한다.



반응물 농도가  $S_2$  이상으로 증가하려도 더 이상 초기 반응 속도가 증가하지 않는다. → 모든 효소가 반응물과 결합하여 포화 상태에 이르렀다. → 효소를 더 첨가하면 초기 반응 속도가 증가한다.



반응물의 농도가  $S_1 \rightarrow S_2 \rightarrow S_3$ 로 증가함에 따라 초기 반응 속도가 증가한다.  
 → 효소·기질 복합체의 형성 속도가 빠르다.

**선택지 분석**

- ㉠ 효소 X는 이화 작용을 촉진한다.
- ㉡  $S_2$ 일 때는  $S_1$ 일 때보다 반응의 활성화 에너지가 작다.
- ㉢  $S_3$ 일 때 효소 X는 더 이상 반응물과 결합하지 않는다.   
모두 반응물과 결합한 상태이다

**전략적 풀이 ①** 효소 X는 물질의 합성과 분해 중 어떤 반응을 촉진하는지 파악한다.

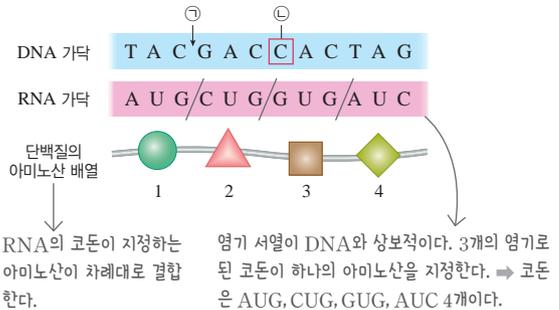
ㄱ. 효소 X는 큰 분자가 작은 분자로 분해되는 이화 작용을 촉진한다.

② 초기 반응 속도는 효소와 반응물의 결합 정도에 비례한다는 것을 파악한다.

ㄴ. 반응물의 농도에 관계없이 같은 효소가 작용하는 반응이므로  $S_2$ 일 때와  $S_1$ 일 때 반응의 활성화 에너지의 크기는 같다.

ㄷ.  $S_3$ 일 때는 효소 X가 모두 반응물과 결합하여 반응을 촉진하므로 초기 반응 속도가 최대인 상태이다.

**04 품공 문제 분석**



**선택지 분석**

- ㉡ 아미노산 4를 지정하는 코돈은 CUG이다. AUC
- ㉢ ㉠ 부분에 염기 A이 삽입되면 세 번째 코돈이 GGU가 된다.
- ㉣ ㉡ 부분의 염기 C이 G로 바뀌면 아미노산 2와 아미노산 3이 같아진다.

**전략적 풀이 ①** RNA의 연속된 염기 3개가 하나의 코돈으로 하나의 아미노산을 지정한다는 것을 이해한다.

ㄱ. 왼쪽 첫 번째 염기 A으로부터 중복되지 않고 3개씩 코돈이 되어 하나의 아미노산을 지정하므로 아미노산 4를 지정하는 코돈은 왼쪽에서 10, 11, 12번째 염기 조합인 AUC이다.

② DNA에 염기가 삽입되거나 다른 염기로 치환되는 등의 이상이 발생하면 이상이 생긴 상태로 RNA로 전사되고, 그에 따라 코돈이 바뀌어 지정하는 아미노산이 달라질 수 있다는 것을 생각한다.

ㄴ. ㉠ 부분에 염기 A이 삽입되면 DNA 염기 서열이 TACAG ACCACTAG가 되고, 이로부터 전사된 RNA의 염기 서열은 AUGUCUGGUGAUC가 되어 세 번째 코돈이 GUG에서 GGU로 바뀐다.

ㄷ. ㉡ 부분의 염기 C이 G으로 바뀌면 DNA 염기 서열이 TACGACGACTAG가 된다. 이로부터 전사된 RNA의 염기 서열은 AUGCUGCUGAUC가 되어 두 번째와 세 번째 코돈이 CUG로 같으므로 동일한 아미노산을 지정한다.

# 변화와 다양성

## 1 화학 변화

### 1 산화 환원 반응

#### 개념 확인 문제

218쪽

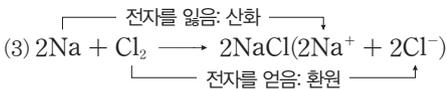
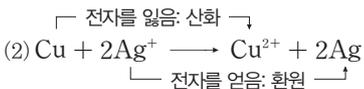
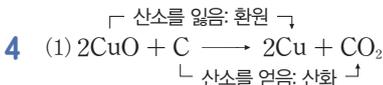
- ① 광합성    ② 이산화 탄소(CO<sub>2</sub>)    ③ 철(Fe)    ④ 산소  
 ⑤ 산화    ⑥ 환원

- 1 (1) × (2) ○ (3) ○    2 산소(O)    3 (1) × (2) ○ (3) ×  
 4 (1) ㉠ 환원, ㉡ 산화 (2) ㉠ 산화, ㉡ 환원 (3) ㉠ 산화, ㉡ 환원  
 5 (1) 산화 (2) 환원 (3) 없어진다

- 1 (1) 원시 지구에 광합성을 하는 남세균이 출현하면서 산소가 생성되었고, 대기 중의 산소 농도가 증가함에 따라 오존층이 형성되었다.  
 (2) 인류는 석탄을 에너지원으로 하는 증기 기관을 발명하였고, 이를 이용하여 산업 혁명을 일으켰다.  
 (3) 자연 상태에서 철은 주로 철광석으로 얻어지는데, 철광석의 주성분은 철과 산소가 결합한 산화 철(III)이다. 따라서 순수한 철을 얻기 위해서는 제련 과정을 거쳐야 한다.

2 광합성, 화석 연료의 연소, 철의 제련은 모두 산소가 관여하는 산화 환원 반응이다.

- 3 (1), (2) 어떤 물질이 산소를 얻거나 전자를 잃는 반응은 산화이고, 산소를 잃거나 전자를 얻는 반응은 환원이다.  
 (3) 어떤 물질이 산소를 얻거나 전자를 잃고 산화되면 다른 물질은 산소를 잃거나 전자를 얻어 환원되므로 산화와 환원은 항상 동시에 일어난다.



- 5 (1) 아연(Zn)은 전자를 잃고 아연 이온(Zn<sup>2+</sup>)으로 산화된다.  
 (2) 구리 이온(Cu<sup>2+</sup>)은 전자를 얻어 구리(Cu)로 환원된다.

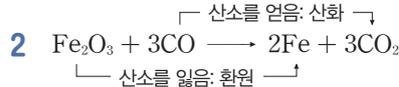
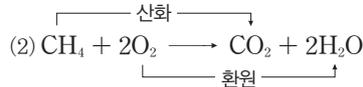
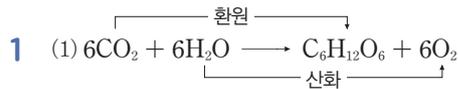
(3) 수용액이 푸른색을 띠는 것은 구리 이온 때문인데 구리 이온이 구리로 환원되어 석출되므로 수용액의 푸른색은 점점 없어진다.

#### 개념 확인 문제

221쪽

- ① 환원    ② 산화    ③ 산화    ④ 환원    ⑤ 산소    ⑥ 산소

- 1 (1) ㉠ 환원, ㉡ 산화 (2) ㉠ 산화, ㉡ 환원    2 산화되는 물질: CO, 환원되는 물질: Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>    3 (1) ○ (2) × (3) ○  
 4 가, 나, 다



- 3 (1), (3) 철 표면에 페인트를 칠하거나 알루미늄으로 얇은 막을 입히면 철이 공기 중의 산소나 수분과 접촉하는 것을 막아 철의 부식을 방지할 수 있다.  
 (2) 철을 습기가 많은 공기 중에 보관하면 철의 부식이 잘 일어난다.

4 반딧불이의 불빛, 섬유 표백, 철의 부식은 모두 산화 환원 반응의 예이다.

#### 내신 안정 문제

222~224쪽

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

01 나. 원시 지구에 광합성을 하는 생물(남세균)이 출현하면서 생성된 산소로 인해 메테인, 암모니아 등으로 이루어져 있던 원시 지구의 대기 조성이 변화했다.

다. 광합성을 하는 생물이 출현한 후 대기 중의 산소 농도가 증가하면서 산소 호흡을 하는 생물이 출현하였고, 오존층이 형성되었다. 이후 오존층에 의해 물속에 살던 생물들이 육지로 올라와 살 수 있게 되었으므로 (나) → (가) → (다) 순으로 일어났다.

**바로알기** 가. ㉠은 오존이다.

**02** ① 원시 바다에 광합성을 하는 남세균이 출현하면서 산소가 생성되었고, 원시 바다에 축적된 산소가 대기로 방출되었다. 대기 중의 산소는 자외선을 흡수하여 오존을 생성하면서 오존층이 형성되었다.

② 화석 연료가 증기 기관의 연료로 사용되면서 산업 혁명을 일으키는 데 기여하였다.

③ 인류는 철의 제련 기술을 개발하여 여러 가지 도구를 만들어 사용하는 철기 시대를 열어 문명을 발전시켰다.

⑤ 광합성, 화석 연료의 연소, 철의 제련은 모두 산소가 관여하는 산화 환원 반응이다.

**바로알기** ④ 광합성, 화석 연료의 연소, 철의 제련 반응에는 모두 산소가 관여한다.

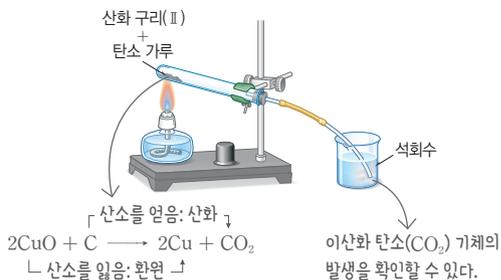
**03** 가. 어떤 물질이 산소와 결합하거나 전자를 잃는 반응은 산화이다.

나. 어떤 물질이 산소를 잃거나 전자를 얻는 반응은 환원이다.

다. 어떤 물질이 산소를 얻거나 전자를 잃고 산화되면 다른 물질은 산소를 잃거나 전자를 얻어 환원되므로 산화와 환원은 항상 동시에 일어난다.

#### 04 품공 문제 분석

검은색 산화 구리(II)와 탄소 가루를 시험관 속에 함께 넣고 가열하였더니 붉은색 고체가 생성되었고, 석회수가 뿌얹게 흐려졌다. →  $\text{Ca(OH)}_2 + \text{CO}_2 \rightarrow \text{CaCO}_3 + \text{H}_2\text{O}$

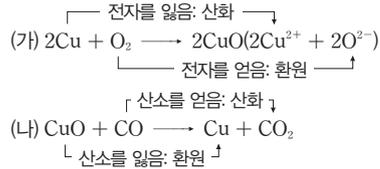


나. 석회수가 뿌얹게 흐려진 것으로 보아 발생한 기체는 이산화탄소( $\text{CO}_2$ )이다.

다. 시험관 속에서는 산소의 이동에 의한 산화 환원 반응이 일어난다.

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

#### 05 품공 문제 분석



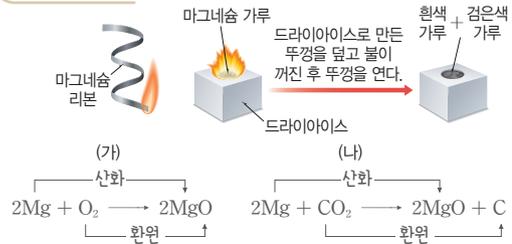
①, ② (가)에서 구리( $\text{Cu}$ )는 전자를 잃고 구리 이온( $\text{Cu}^{2+}$ )이 되고, 산소( $\text{O}$ )는 전자를 얻어 산화 이온( $\text{O}^{2-}$ )이 되며, 구리 이온과 산화 이온이 결합하여 산화 구리(II)( $\text{CuO}$ )를 생성한다.

③ (가)에서 구리는 결합한 산소의 질량만큼 질량이 증가한다.

⑤ (나)에서 검게 변한 구리판은 산소를 잃고 구리로 환원된다.

**바로알기** ④ (가)에서 생성된 산화 구리(II)는 알코올램프의 속불꽃에서 일산화 탄소( $\text{CO}$ )와 반응하여 구리로 환원된다.

#### 06 품공 문제 분석

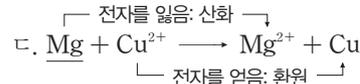
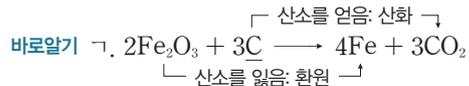


가. (가)와 (나)에서 모두 산화 마그네슘( $\text{MgO}$ )이 생성된다.

나. (나)에서 드라이아이스는 산소를 잃어 탄소( $\text{C}$ )로 환원된다.

다. 반응 결과 생성된 검은색 가루는 탄소이다.

**07** 나. 산화 구리(II)( $\text{CuO}$ )는 산소를 잃어 구리( $\text{Cu}$ )로 환원된다.



#### 08 품공 문제 분석

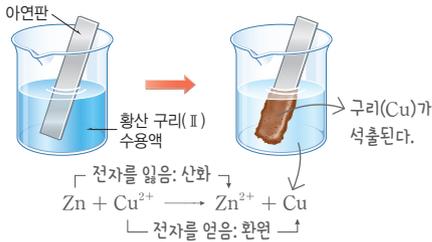


ㄱ. 구리(Cu)는 전자를 잃고 구리 이온(Cu<sup>2+</sup>)으로 산화되고, 은 이온(Ag<sup>+</sup>)은 전자를 얻어 은(Ag)으로 환원된다.

ㄷ. 수용액이 푸른색을 띠는 것은 구리 이온 때문인데, 구리가 구리 이온으로 산화되어 수용액에 녹아 들어가므로 수용액이 푸른색으로 변한다.

**바로알기** ㄴ. 질산 이온(NO<sub>3</sub><sup>-</sup>)은 반응에 참여하지 않으므로 전자를 얻거나 잃지 않는다.

### 09 공공 문제 분석



ㄱ, ㄷ. 아연(Zn)은 전자를 잃고 아연 이온(Zn<sup>2+</sup>)으로 산화되고, 구리 이온(Cu<sup>2+</sup>)은 그 전자를 얻어 구리(Cu)로 환원되므로 전자는 아연에서 구리 이온으로 이동한다.

**바로알기** ㄴ. 아연 원자 1개가 아연 이온으로 녹아 들어갈 때 구리 이온 1개가 구리로 환원되어 아연판 표면에 석출되므로 수용액 속 전체 이온 수는 일정하다.

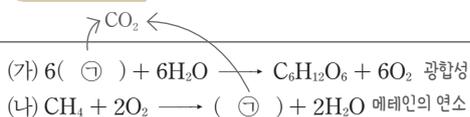
**10** (가)는 엽록체에서 빛에너지를 이용하여 이산화 탄소(CO<sub>2</sub>)와 물(H<sub>2</sub>O)로 산소(O<sub>2</sub>)와 포도당(C<sub>6</sub>H<sub>12</sub>O<sub>6</sub>)을 만드는 광합성이고, (나)는 미토콘드리아에서 산소와 포도당이 반응하여 이산화 탄소와 물이 생성되면서 에너지가 발생하는 세포 호흡이다.

A. 광합성의 반응물과 세포 호흡의 생성물은 이산화 탄소와 물로 같다.

C. (가)와 (나)는 모두 산소가 관여하는 산화 환원 반응이다.

**바로알기** B. (가)에서 이산화 탄소는 환원되고, 물은 산화된다.

### 11 공공 문제 분석



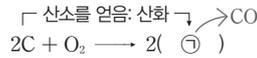
ㄴ. 도시가스의 주성분인 메테인(CH<sub>4</sub>)이 공기 중에서 연소할 때에는 산소(O<sub>2</sub>)와 반응하여 이산화 탄소(CO<sub>2</sub>)와 물(H<sub>2</sub>O)이 생성되고, 열에너지가 발생한다.

ㄷ. (가)와 (나) 반응에서  $\ominus$ 은 이산화 탄소이다.

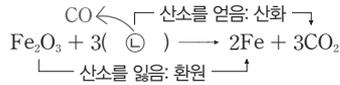
**바로알기** ㄱ. (가)는 엽록체에서 빛에너지를 이용하여 이산화 탄소와 물로 산소와 포도당(C<sub>6</sub>H<sub>12</sub>O<sub>6</sub>)을 만드는 광합성이다.

### 12 공공 문제 분석

(가) 코크스(C)의 산화



(나) 산화 철(III)(Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)의 환원



② (가)에서 탄소(C)는 산소를 얻어 일산화 탄소(CO)로 산화된다.  
 ③ (나)에서 산화 철(III)(Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)은 산소를 잃고 철(Fe)로 환원된다.  
 ④ (나)에서 일산화 탄소는 산소를 얻어 이산화 탄소(CO<sub>2</sub>)로 산화된다.

⑤ (가)와 (나)는 모두 산소가 이동하는 산화 환원 반응이다.

**바로알기** ①  $\omin�$ 과  $\omin�$ 은 일산화 탄소로, 서로 같은 물질이다.

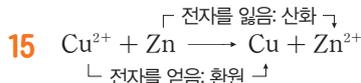
**13** ①, ③, ④, ⑤ 오래된 음식물이 썩는 것, 도시가스를 연소시켜 난방을 하는 것, 깎아 놓은 사과가 갈색으로 변하는 것, 철가루가 들어 있는 손난로를 흔들면 따뜻해지는 것은 모두 산화 환원 반응이 일어나는 예이다.

**바로알기** ② 철 표면에 페인트를 칠하는 것은 철이 공기 중의 산소나 수분과 접촉하는 것을 막아 부식되는 것을 방지하는 것이므로 산화 환원 반응이 일어나는 예가 아니다.

**14** **모범 답안** (1)  $2CuO + C \longrightarrow 2Cu + CO_2$

(2) 검은색 산화 구리(II)(CuO)가 산소를 잃고 붉은색 구리(Cu)로 환원되었기 때문이다.

채점 기준	배점
(1) 시험관에서 일어나는 반응을 화학 반응식으로 옳게 나타낸 경우	50 %
(2) 붉은색 물질이 생성되는 까닭을 산화 환원 반응과 관련하여 옳게 서술한 경우	50 %
	붉은색 물질이 생성되는 까닭을 구리가 생성되었기 때문이라고만 서술한 경우



**모범 답안** 수용액의 푸른색이 점점 없어진다. 수용액의 구리 이온(Cu<sup>2+</sup>)이 전자를 얻어 구리(Cu)로 환원되어 석출되므로 수용액 속 구리 이온의 수가 점점 감소하기 때문이다.

채점 기준	배점
수용액의 색 변화를 쓰고, 그 까닭을 산화 환원 반응과 관련하여 옳게 서술한 경우	100 %
수용액의 색 변화를 쓰고, 그 까닭을 구리 이온이 감소하기 때문이라고만 서술한 경우	70 %
수용액의 색 변화만 옳게 쓴 경우	30 %

16 어떤 물질이 전자를 잃는 반응은 산화이고, 전자를 얻는 반응은 환원이다.

**모범 답안** 산화되는 물질: Mg, 환원되는 물질: O<sub>2</sub>, 마그네슘(Mg)은 전자를 잃고 마그네슘 이온(Mg<sup>2+</sup>)이 되고, 산소(O)는 전자를 얻어 산화 이온(O<sup>2-</sup>)이 되기 때문이다.

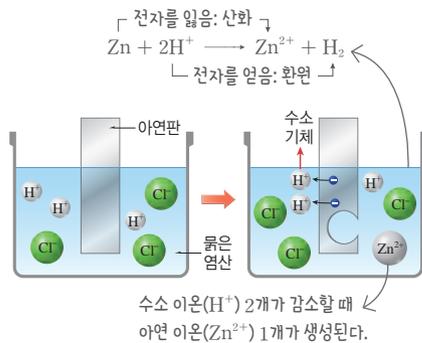
채점 기준	배점
산화되는 물질과 환원되는 물질을 옳게 쓰고, 그 까닭을 전자의 이동과 관련하여 옳게 서술한 경우	100 %
산화되는 물질과 환원되는 물질만 옳게 쓴 경우	50 %

## 실력 UP 문제

225쪽

01 ⑤ 02 ④ 03 ① 04 ③

### 01 품공 문제 분석



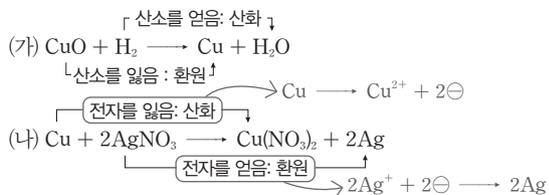
①, ② 아연(Zn)은 전자를 잃고 아연 이온(Zn<sup>2+</sup>)으로 산화되고, 수소 이온(H<sup>+</sup>)은 전자를 얻어 수소(H<sub>2</sub>)로 환원된다.

③ 아연이 아연 이온으로 수용액에 녹아 들어가므로 아연판의 질량은 점점 감소한다.

④ 염화 이온(Cl<sup>-</sup>)은 반응에 참여하지 않으므로 염화 이온의 수는 변하지 않는다.

**바로알기** ⑤ 수소 이온 2개가 감소할 때 아연 이온 1개가 생성되므로 수용액 속 양이온 수는 점점 감소한다.

### 02 품공 문제 분석

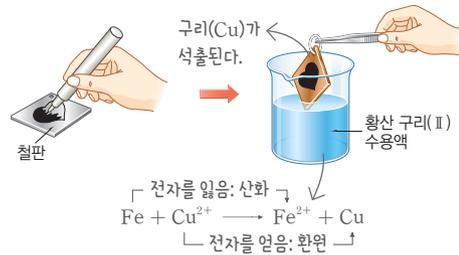


나. (나)에서 구리(Cu)는 전자를 잃고 구리 이온(Cu<sup>2+</sup>)으로 산화된다.

다. 구리 원자 1개가 전자 2개를 잃고 구리 이온 1개를 생성하므로 구리 원자 1개가 반응할 때 이동한 전자는 2개이다.

**바로알기** ㄱ. (가)에서 산화 구리(II)(CuO)는 산소를 잃고 구리로 환원된다.

### 03 품공 문제 분석

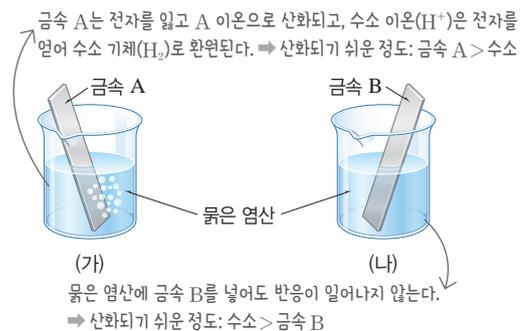


ㄱ. 철(Fe)은 전자를 잃고 철 이온(Fe<sup>2+</sup>)으로 산화되고, 구리 이온(Cu<sup>2+</sup>)은 전자를 얻어 구리(Cu)로 환원된다.

**바로알기** 나. 철 원자 1개가 철 이온으로 산화되어 수용액에 녹아 들어갈 때 구리 이온 1개가 구리 원자 1개로 환원되어 석출된다. 이때 원자량은 구리가 철보다 크므로 철판의 질량은 증가한다.

다. 구리 이온 1개가 감소할 때 철 이온 1개가 생성되고, 황산 이온(SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>)은 반응에 참여하지 않으므로 수용액의 전체 이온 수는 반응 전과 후가 같다.

### 04 품공 문제 분석



ㄱ. (가)에서 반응이 일어나므로 금속 A는 산화되고, (나)에서 반응이 일어나지 않으므로 금속 B는 산화되지 않는다. 따라서 금속 A는 금속 B보다 산화되기 쉽다.

다. 금속 A가 잃은 총 전자 수와 수소 이온(H<sup>+</sup>)이 얻은 총 전자 수는 같다.

**바로알기** 나. 산화제는 자신은 환원되면서 다른 물질을 산화시키는 물질이다. 금속 A는 전자를 잃고 산화되면서 수소 이온을 수소 기체(H<sub>2</sub>)로 환원시키므로, 금속 A는 환원제이다.

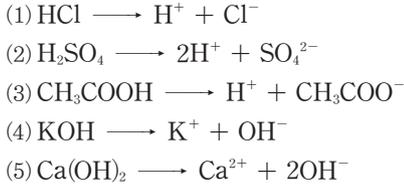
개념 확인 문제

229쪽

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

- 1 (1) Cl<sup>-</sup> (2) 2H<sup>+</sup> (3) CH<sub>3</sub>COO<sup>-</sup> (4) KOH (5) 2OH<sup>-</sup>    2 (1) O (2) × (3) O (4) O (5) ×    3 이온    4 (-)    5 (1) L, M, B (2) G, L, D, R, M, B (3) G, D, R (4) G, D, R

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



- 2 (1) 산은 물에 녹아 이온화하여 H<sup>+</sup>을 내놓는다.  
 (2) 묽은 황산(H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>)은 산성 용액이므로 마그네슘(Mg)과 반응하여 수소 기체(H<sub>2</sub>)를 발생시킨다.  
 (3) 염기는 물에 녹아 공통으로 OH<sup>-</sup>을 내놓기 때문에 공통적인 성질을 나타낸다.  
 (4) 염기는 단백질을 녹이는 성질이 있으므로 손에 묻으면 미끈거린다.  
 (5) 수산화 나트륨(NaOH) 수용액은 염기성 용액이므로 페놀프탈레인 용액을 떨어뜨리면 붉은색으로 변한다.

3 산 수용액과 염기 수용액에는 이온이 존재하므로 전류를 흘려 주면 이온이 움직이면서 전류가 흐른다.

4 질산 칼륨(KNO<sub>3</sub>) 수용액에 적신 푸른색 리트머스 종이 위에 묽은 염산(HCl)에 적신 실을 올려놓고 전류를 흘려 주면 H<sup>+</sup>이 (-)극 쪽으로 이동하므로 푸른색 리트머스 종이가 실에서부터 (-)극 쪽으로 붉게 변해 간다.

- 5 식초, 레몬 즙, 탄산음료는 산성 물질이고, 비눗물, 유리 세정제, 하수구 세정제는 염기성 물질이다.  
 (1) 붉은색 리트머스 종이를 푸르게 변화시키는 물질은 염기성 물질인 비눗물, 유리 세정제, 하수구 세정제이다.  
 (2) 산성 물질과 염기성 물질은 모두 전기 전도성이 있다.

(3), (4) 산성 물질에 대한 설명이다.

개념 확인 문제

231쪽

- ① 지시약    ② 붉은색    ③ 노란색    ④ 파란색    ⑤ pH  
 ⑥ 이산화 탄소(CO<sub>2</sub>)

- 1 (1) O (2) ×    2 (1) E (2) L (3) T    3 (1) O (2) × (3) O    4 수소 이온(H<sup>+</sup>)

1 (1) 메틸 오렌지 용액은 산성 용액에서 붉은색, 중성 용액과 염기성 용액에서 노란색을 띤다. 따라서 산성 용액인 묽은 염산(HCl)에 메틸 오렌지 용액을 떨어뜨리면 붉은색으로 변한다.  
 (2) 페놀프탈레인 용액은 산성 용액과 중성 용액에서 색 변화가 없으므로 페놀프탈레인 용액으로 산성 용액과 중성 용액을 구별할 수 없다.

- 2 (1) 비눗물은 염기성 용액이므로 BTB 용액을 떨어뜨렸을 때 파란색을 띤다.  
 (2) 증류수는 중성 용액이므로 BTB 용액을 떨어뜨렸을 때 초록색을 띤다.  
 (3) 식초는 산성 용액이므로 BTB 용액을 떨어뜨렸을 때 노란색을 띤다.

- 3 (1) pH가 7보다 작은 용액의 색상은 산성, pH가 7인 용액의 색상은 중성, pH가 7보다 큰 용액의 색상은 염기성이다.  
 (2) 용액 속 H<sup>+</sup> 농도가 진할수록 산성이 강하고, pH가 작다.  
 (3) pH가 7보다 큰 용액은 염기성 용액이므로 붉은색 리트머스 종이를 푸르게 변화시킨다.

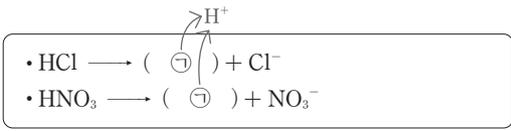
4 동식물의 호흡이나 화석 연료의 연소 과정에서 발생하는 이산화 탄소(CO<sub>2</sub>)는 바닷물에 녹아 탄산(H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>)을 생성한다. 탄산은  $\text{H}_2\text{CO}_3 \longrightarrow \text{H}^+ + \text{HCO}_3^-$ 으로 이온화하므로 바닷물 속 H<sup>+</sup>의 농도가 증가하게 된다. 바닷물 속 H<sup>+</sup>은 산호나 조개류가 석회질 껍데기를 만드는 것을 방해하여 개체 수 감소를 일으키고 해양 생태계에 전반적인 영향을 미친다.

내신 만점 문제

232~234쪽

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

**01** **꼼꼼 문제 분석**



ㄱ, ㄴ.  $\ominus$ 은  $\text{H}^+$ 으로 산의 공통적인 성질이 나타나게 한다.  
 ㄷ. 산의 종류에 따라 성질이 다른 까닭은 산의 종류에 따라 음이온이 각각 다르기 때문이다.

**02** **바로알기** ①  $\text{H}_2\text{SO}_4 \longrightarrow 2\text{H}^+ + \text{SO}_4^{2-}$

- ②  $\text{NaOH} \longrightarrow \text{Na}^+ + \text{OH}^-$
- ④  $\text{Ca}(\text{OH})_2 \longrightarrow \text{Ca}^{2+} + 2\text{OH}^-$
- ⑤  $\text{CH}_3\text{COOH} \longrightarrow \text{H}^+ + \text{CH}_3\text{COO}^-$

**03** ③ 산 수용액과 염기 수용액에는 모두 이온이 존재하므로 전기 전도성이 있다.

- ④ 묽은 질산( $\text{HNO}_3$ )은 산성 용액이므로 금속과 반응하여 수소 기체( $\text{H}_2$ )를 발생시킨다.
- ⑤ 수산화 칼륨( $\text{KOH}$ ) 수용액은 염기성 용액이므로 페놀프탈레인 용액을 떨어뜨리면 붉은색으로 변한다.

**바로알기** ② 염기 수용액은 탄산 칼슘( $\text{CaCO}_3$ )과 반응하지 않는다.

**04** **꼼꼼 문제 분석**

물질	(가)	(나)	(다)
양이온	$\text{H}^+$	$\text{K}^+$	$\text{Ca}^{2+}$
음이온	$\text{Cl}^-$	$\text{OH}^-$	$\text{OH}^-$

- (가)  $\text{HCl} \longrightarrow \text{H}^+ + \text{Cl}^-$  산성 용액
- (나)  $\text{KOH} \longrightarrow \text{K}^+ + \text{OH}^-$  염기성 용액
- (다)  $\text{Ca}(\text{OH})_2 \longrightarrow \text{Ca}^{2+} + 2\text{OH}^-$  염기성 용액

(가)는 염산( $\text{HCl}$ ), (나)는 수산화 칼륨( $\text{KOH}$ ), (다)는 수산화 칼슘( $\text{Ca}(\text{OH})_2$ )이다.

ㄱ. (가)는 물에 녹아  $\text{H}^+$ 을 내놓으므로 산이고, (나)와 (다)는 물에 녹아  $\text{OH}^-$ 을 내놓으므로 염기이다.

ㄴ. (나)는 염기이므로 단백질을 녹이는 성질이 있다.

**바로알기** ㄷ. (다)에서 양이온과 음이온 수의 비는 1 : 2이다.

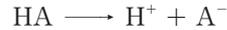
**05** 기준 (가)에 해당하는 염산( $\text{HCl}$ )과 질산( $\text{HNO}_3$ )은 산이고, 기준 (가)에 해당하지 않는 수산화 나트륨( $\text{NaOH}$ )과 수산화 칼륨( $\text{KOH}$ )은 염기이다.

ㄴ. 수용액에 탄산 칼슘( $\text{CaCO}_3$ )을 넣으면 기체가 발생하는 것은 산에만 해당하는 성질이다.

**바로알기** ㄱ. 수용액에서 전류가 흐르는 것은 산과 염기의 공통적인 성질이다.

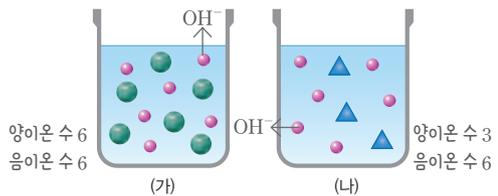
ㄷ. 수용액에 페놀프탈레인 용액을 넣으면 붉게 변하는 것은 염기에만 해당하는 성질이다.

**06** ㄱ.  $\text{HA}$ 는 물에 녹아 다음과 같이 이온으로 나누어지므로 전기 전도성이 있다.



- ㄴ. 산 수용액은 금속과 반응하여 수소 기체( $\text{H}_2$ )를 발생시킨다.
- ㄷ. 푸른색 리트머스 종이 붉게 변하는 까닭은 수용액에  $\ominus$ 인  $\text{H}^+$ 이 들어 있기 때문이다.

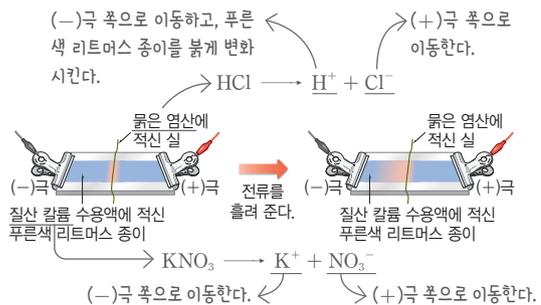
**07** **꼼꼼 문제 분석**



- ㄱ. (가)와 (나)에는 모두  $\ominus$ 가 있으므로,  $\ominus$ 는  $\text{OH}^-$ 이다.
- ㄴ. 양이온 수는 (가)가 6, (나)가 3이므로 (가)가 (나)보다 크다.

**바로알기** ㄷ. 염기성 용액에 BTB 용액을 떨어뜨리면 모두 파란색으로 변하므로, BTB 용액을 이용하여 두 수용액을 구별할 수 없다.

**08** **꼼꼼 문제 분석**

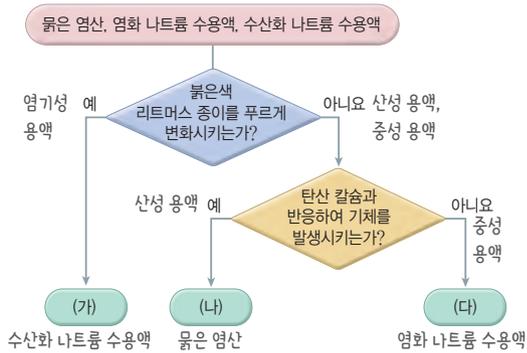


ㄱ. 푸른색 리트머스 종이를 붉게 변화시키는 이온은  $\text{H}^+$ 으로, 전류를 흘려 주면 실에서부터 (-)극 쪽으로 이동한다. 따라서 붉은색의 이동은  $\text{H}^+$  때문에 나타난다.

**바로알기** ㄴ. (+)극 쪽으로 이동하는 이온은  $\text{Cl}^-$ 과  $\text{NO}_3^-$ 으로 두 가지이다.

ㄷ. 수산화 나트륨( $\text{NaOH}$ ) 수용액은 염기성 용액이므로 푸른색 리트머스 종이의 색을 변화시키지 못한다. 따라서 전류를 흘려 주어도 리트머스 종이의 색 변화가 없다.

09 **공공 문제 분석**



ㄷ. (가)는 수산화 나트륨(NaOH) 수용액, (다)는 염화 나트륨(NaCl) 수용액이므로 (가)와 (다)에는 모두 Na<sup>+</sup>이 들어 있다.

**바로알기** ㄱ. (가)는 수산화 나트륨 수용액이므로 아연(Zn) 조각을 넣어도 반응이 일어나지 않는다.

ㄴ. (나)는 산성 용액인 붉은 염산(HCl)이고, (다)는 중성 용액인 염화 나트륨 수용액이므로 (나)는 (다)보다 pH가 작다.

10 **공공 문제 분석**

물질	산성 물질		염기성 물질
	식초	레몬 즙	유리 세정제
리트머스 종이를 대었을 때	푸른색 → 붉은색	푸른색 → 붉은색	붉은색 → 푸른색
마그네슘 리본을 넣었을 때	(가) 기체 발생	기체 발생	(나) 변화 없음
전기 전도계를 담갔을 때	전류 흐름	(다) 전류 흐름	전류 흐름

→ (가)~(다) 모두 전류가 흐르는 것으로 보아 세 물질에는 모두 이온이 존재한다.

ㄴ. 레몬 즙에 푸른색 리트머스 종이를 대면 붉은색으로 변하고, 마그네슘(Mg) 리본을 넣었을 때 기체가 발생하는 것으로 보아 레몬 즙은 산성 물질이고, 레몬 즙에는 이온이 존재한다. 따라서 (다)는 '전류 흐름'이 적절하다.

ㄷ. 식초와 레몬 즙은 산성 물질이고, 유리 세정제는 염기성 물질이므로 pH는 식초와 레몬 즙이 유리 세정제보다 작다.

**바로알기** ㄱ. 식초에 마그네슘 리본을 넣으면 기체가 발생하고, 유리 세정제에 마그네슘 리본을 넣으면 기체가 발생하지 않는다.

11 **공공 문제 분석**

구분	염기성 용액		중성 용액	
	A 수용액	B 수용액	C 수용액	D 수용액
페놀프탈레인 용액	무색	붉은색	무색	무색
메틸 오렌지 용액	(가) 붉은색	노란색	노란색	붉은색
BTB 용액	노란색	파란색	(나) 초록색	노란색

→ 산성 용액 ←

ㄴ. B 수용액은 페놀프탈레인 용액을 떨어뜨렸을 때 붉은색, 메틸 오렌지 용액을 떨어뜨렸을 때 노란색, BTB 용액을 떨어뜨렸을 때 파란색을 띠므로 염기성 용액이다. 따라서 B 수용액에는 OH<sup>-</sup>이 들어 있다.

**바로알기** ㄱ. A 수용액은 페놀프탈레인 용액을 떨어뜨렸을 때 색 변화가 없고, BTB 용액을 떨어뜨렸을 때 노란색을 띠므로 산성 용액이다. 따라서 메틸 오렌지 용액을 떨어뜨리면 붉은색을 띤다. C 수용액은 페놀프탈레인 용액을 떨어뜨렸을 때 색 변화가 없고, 메틸 오렌지 용액을 떨어뜨렸을 때 노란색을 띠므로 중성 용액이다. 따라서 BTB 용액을 떨어뜨리면 초록색을 띤다.

ㄷ. 마그네슘(Mg) 조각을 넣었을 때 기체가 발생하는 수용액은 산성 용액으로 A와 D 두 가지이다.

12 ① 비누의 pH는 7보다 크므로 비누는 염기성 물질이다.

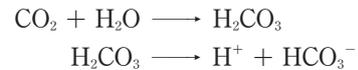
③ pH가 작을수록 산성이 강하므로 산성이 가장 강한 물질은 레몬이다.

④ 탄산음료와 커피는 pH가 7보다 작은 산성 물질이므로 모두 H<sup>+</sup>이 들어 있다.

⑤ 수용액에 페놀프탈레인 용액을 떨어뜨렸을 때 붉게 변하는 물질은 염기성 물질로, pH가 7보다 큰 물질이다. 주어진 물질 중 pH가 7보다 큰 물질은 베이킹 소다와 비누로 두 가지이다.

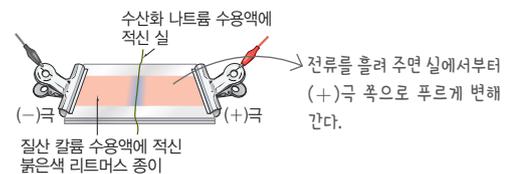
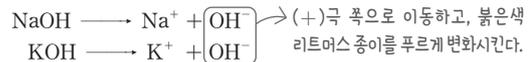
**바로알기** ② 증류수의 pH는 7이므로 증류수의 액성은 중성이지만 우유의 pH는 7보다 작으므로 우유의 액성은 산성이다.

13 ㄱ, ㄴ. 동식물의 호흡이나 화석 연료의 연소 과정에서 발생하는 이산화 탄소(CO<sub>2</sub>)는 바닷물에 녹아 탄산(H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>)을 생성하고, 탄산은 수소 이온(H<sup>+</sup>)과 탄산수소 이온(HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>)으로 이온화한 형태로 존재한다. 따라서 바닷물 속 H<sup>+</sup>의 농도가 증가한다.



**바로알기** ㄷ. H<sup>+</sup>의 농도가 증가하면 바닷물의 pH가 작아지고 산호나 조개류의 개체 수가 감소한다.

14 **공공 문제 분석**



**모범 답안** 수산화 나트륨(NaOH) 수용액과 수산화 칼륨(KOH) 수용액에 공통으로 들어 있는 OH<sup>-</sup>이 (+)극 쪽으로 이동하기 때문이다.

채점 기준	배점
색 변화의 까닭을 옳게 서술한 경우	100 %
OH <sup>-</sup> 때문이라고만 서술한 경우	50 %

## 실력 UP 문제

235 쪽

01 ②    02 ③    03 ②    04 ②

### 01 꼼꼼 문제 분석

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

(다)에는 H<sup>+</sup>, OH<sup>-</sup> 이 존재하지 않는다. ←

나. (나)에서 BTB 용액의 색을 변화시키는 것은 OH<sup>-</sup> 이온이다.

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

ㄷ. 메틸 오렌지 용액은 산성에서 붉은색, 중성과 염기성에서 노란색이므로, 메틸 오렌지 용액을 떨어뜨렸을 때 노란색을 나타내는 수용액은 (나)와 (다) 두 가지이다.

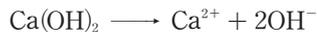
### 02 꼼꼼 문제 분석

염기 수용액	(가)	(나)
이온 수의 비		

양이온 : 음이온의 개수비는 (가) 1 : 1, (나) 1 : 2이다.

ㄱ. ㉠은 (가)와 (나)에 모두 녹아 있으므로 염기성을 나타내는 OH<sup>-</sup> 이다.

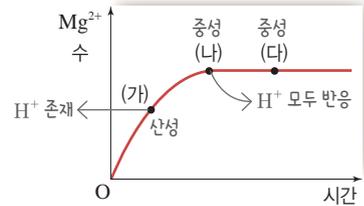
ㄷ. 수산화 칼슘(Ca(OH)<sub>2</sub>)은 물에 녹아 이온화하였을 때 양이온과 음이온의 개수비가 1 : 2로 존재한다.



따라서 수산화 칼슘은 (나) 수용액에 녹아 있는 염기의 예로 적절하다.

바로알기 나. (가)는 ㉠과 ㉡이 1 : 1의 개수비로 존재하므로 ㉠의 전하량은 +1이고, (나)는 ㉡과 ㉡이 1 : 2의 개수비로 존재하므로 ㉡의 전하량은 +2이다. 따라서 ㉠의 전하량은 ㉡의 전하량보다 작다.

### 03 꼼꼼 문제 분석



① (가)에는 H<sup>+</sup>이 존재하므로 수용액의 액성은 산성이다.

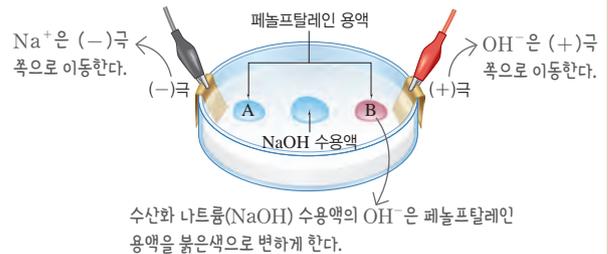
③ 반응이 일어나면 H<sup>+</sup> 수가 감소하므로 수용액의 pH는 증가한다. 따라서 수용액의 pH는 (가) < (나)이다.

④ (다)는 반응이 완결된 이후이므로 수용액 속에 H<sup>+</sup>이 존재하지 않는다. 따라서 수용액의 액성은 중성이고, 페놀프탈레인 용액을 떨어뜨려도 붉은색으로 변하지 않는다.

⑤ (가)~(다) 수용액에는 이온이 존재하므로 모두 전류가 흐른다.

바로알기 ② H<sup>+</sup> 2개가 반응하여 Mg<sup>2+</sup> 1개를 생성하므로 반응이 일어날 때 전체 양이온 수는 감소한다. (가)는 반응이 완결되기 전이고, (나)는 반응이 완결된 순간이므로 수용액 속 전체 양이온 수는 (나) < (가)이다.

### 04 꼼꼼 문제 분석



나. 수산화 나트륨(NaOH) 수용액과 수산화 칼륨(KOH) 수용액은 모두 염기성 용액이므로 수산화 나트륨 수용액 대신 수산화 칼륨 수용액으로 실험해도 같은 결과가 나타난다.

바로알기 ㄱ. 전류를 흘려 주었을 때 B에 떨어뜨린 페놀프탈레인 용액이 붉은색으로 변하는 것으로 보아 OH<sup>-</sup>은 (+)극 쪽으로 이동한다.

ㄷ. 수산화 나트륨 수용액 대신 묽은 염산(HCl)으로 실험하면 H<sup>+</sup>은 (-)극 쪽으로 이동하고, Cl<sup>-</sup>은 (+)극 쪽으로 이동한다. 페놀프탈레인 용액은 산성과 중성 용액에서 색 변화가 없으므로 A와 B에 떨어뜨린 페놀프탈레인 용액은 모두 색 변화가 없다.

# 3 중화 반응

## 개념 확인 문제

238쪽

- ① 중화 반응    ② 1 : 1    ③  $H^+(OH^-)$     ④  $OH^-(H^+)$   
 ⑤ 중화점    ⑥ 산성    ⑦ 염기성    ⑧ 중화열

1 (1) ○ (2) ○ (3) × (4) × (5) ○    2 (1) (가) 파란색 (나) 파란색 (다) 초록색 (라) 노란색 (2) (다)    3 염기성    4 B    5 (1) × (2) ○ (3) × (4) ○ (5) ○

1 (1), (2) 중화 반응에서 산의  $H^+$ 과 염기의  $OH^-$ 은 1 : 1의 개수비로 반응하여 물을 생성한다.

(3) 염은 산의 음이온과 염기의 양이온이 결합하여 생성된 물질이다.

(4) 중화점은  $H^+$ 과  $OH^-$ 이 모두 반응하여 산과 염기가 완전히 중화된 지점이므로 용액의 액성은 중성이다. 따라서 BTB 용액을 넣으면 초록색을 띤다.

(5) 같은 온도의 산성 용액과 염기성 용액을 혼합하면 중화 반응이 일어나 중화열이 발생하므로 용액의 온도가 높아진다.

2 (1) (가)와 (나)는  $OH^-$ 이 존재하는 염기성 용액이므로 BTB 용액을 떨어뜨리면 파란색을 띤다. (다)는  $H^+$ 과  $OH^-$ 이 모두 반응하여 존재하지 않는 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 발생하므로 중화 반응이 많이 진행될수록 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 산의  $H^+$ 과 염기의  $OH^-$ 은 1 : 1의 개수비로 반응하여 물( $H_2O$ )을 생성하므로  $H^+$ 의 수가 10개인 산성 용액과  $OH^-$ 의 수가 20개인 염기성 용액을 혼합하면 물 분자 10개가 생성되고,  $OH^-$  10개가 남는다. 따라서 혼합 용액의 액성은 염기성이다.

4 용액의 최고 온도가 가장 높은 B에서 중화 반응이 가장 많이 일어났으므로 생성된 물의 양이 가장 많다.

5 (1) 표백제로 옷을 하얗게 만드는 것은 산화 환원 반응의 예이다.

(2) 생선 비린내의 원인이 되는 물질은 염기성 물질로 산성 물질인 레몬 즙을 뿌려 비린내를 제거하는 것은 중화 반응의 예이다.

(3) 깎아 놓은 사과가 갈색으로 변하는 것은 산화 환원 반응의 예이다.

(4) 산성화된 토양에 염기성 물질인 석회 가루를 뿌리는 것은 중화 반응의 예이다.

(5) 공장에서 산성비의 원인이 되는 이산화 황을 배출하기 전에 염기인 산화 칼슘으로 중화하여 제거하는 것은 중화 반응의 예이다.

239쪽

완자샘 Q1 (다)  
 비법 특강 Q2 해설 참조

【Q1~Q2】 (나)에서 혼합 용액 12 mL에 존재하는 이온 수는  $H^+$  4,  $Cl^-$  8,  $Na^+$  4이다.

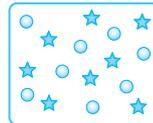
→ 수산화 나트륨(NaOH) 수용액 4 mL에 존재하는 이온 수는  $Na^+$  4,  $OH^-$  4이고, 생성된 물 분자 수는 4이다.

→ 묽은 염산(HCl) 8 mL에 존재하는 이온 수는  $H^+$  8,  $Cl^-$  8이다.

(다)에서는 묽은 염산 8 mL와 수산화 나트륨 수용액 8 mL가 반응하여 물 분자 8개를 생성한다.

→ 용액 속에  $H^+$ 과  $OH^-$ 은 남아 있지 않고,  $Na^+$ 과  $Cl^-$ 만 같은 수(각 8개)로 남아 있다.

Q2 모범 답안



## 내신 안정 문제

240~242쪽

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

01 ①, ② 중화 반응은 산의  $H^+$ 과 염기의  $OH^-$ 이 1 : 1의 개수비로 반응하여 물을 생성하는 반응이다.

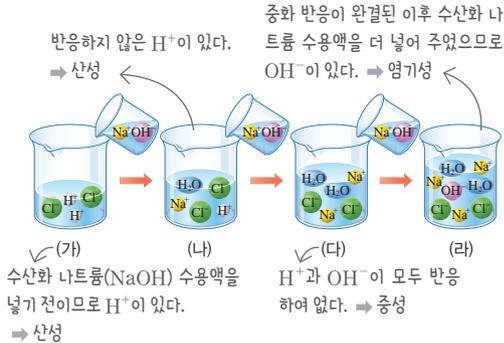
③ 산의  $H^+$ 과 염기의  $OH^-$ 이 모두 반응하여 완전히 중화된 지점이 중화점이다.

⑤ 중화 반응에서 염은 산의 음이온과 염기의 양이온이 결합하여 생성된 물질이다.

바로알기 ④ 중화 반응이 일어나면 중화열이 발생하므로 혼합 용액의 온도가 높아진다.

**02** ② 중화 반응에서  $H^+$ 과  $OH^-$ 은 1 : 1의 개수비로 반응하여 물을 생성하며,  $H^+$ 과  $OH^-$ 이 모두 반응하여 중화 반응이 완결되었을 때 용액의 액성은 중성이 된다. 따라서 혼합 전 수산화나트륨(NaOH) 수용액 50 mL에 들어 있는  $OH^-$ 의 개수는  $H^+$ 과 같은 100개이다.

**03** **꼼꼼 문제 분석**



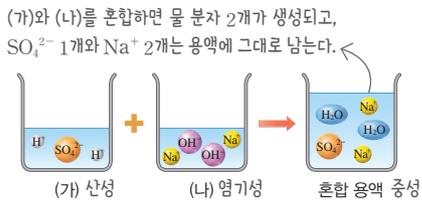
ㄴ. 중화 반응이 많이 일어날수록 중화열이 많이 발생하므로 중화 반응이 완결된 (다)에서 용액의 최고 온도가 가장 높다. (라)는 중화 반응이 더 이상 일어나지 않고 (다)보다 온도가 낮은 수산화나트륨(NaOH) 수용액이 가해진 용액이므로 (다)보다 온도가 낮다.

ㄷ. (나)에는  $H^+$  1개가 들어 있고, (라)에는  $OH^-$  1개가 들어 있으므로 (나)와 (라)를 혼합한 용액의 액성은 중성이다. 따라서 BTB 용액을 떨어뜨리면 초록색을 띤다.

**바로알기** ㄱ. (가)와 (나)는 산성, (다)는 중성, (라)는 염기성 용액이므로 pH가 가장 큰 용액은 (라)이다.

**04** **꼼꼼 문제 분석**

산의  $H^+$ 과 염기의  $OH^-$ 은 1 : 1의 개수비로 반응하여 물을 생성한다.

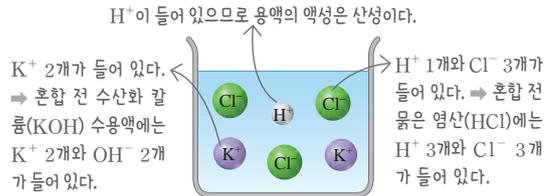


ㄴ. (가)와 (나)를 혼합하면 중화 반응이 일어나 중화열이 발생하므로 용액의 최고 온도는 혼합 용액이 (가)보다 높다.

ㄷ. (가)의  $H^+$  2개와 (나)의  $OH^-$  2개가 반응하여 물 분자 2개를 생성하므로 생성된 물 분자 수는 (나)에 들어 있는  $Na^+$ 의 수(2개)와 같다.

**바로알기** ㄱ. (가)의  $H^+$  2개와 (나)의  $OH^-$  2개가 모두 반응하여 혼합 용액에는 남아 있는  $H^+$ 이나  $OH^-$ 이 없으므로 혼합 용액의 액성은 중성이고, pH는 7이다.

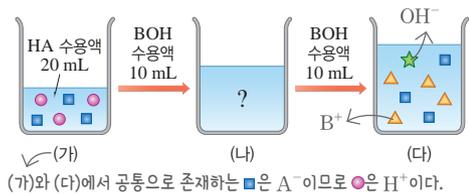
**05** **꼼꼼 문제 분석**



ㄱ, ㄴ. 혼합 용액의 액성은 산성이므로 BTB 용액을 떨어뜨리면 노란색으로 변한다.

ㄷ. 혼합 전 묽은 염산(HCl)에 들어 있는  $H^+$ 의 수(3개)는 수산화칼륨(KOH) 수용액에 들어 있는  $OH^-$ 의 수(2개)보다 크다.

**06** **꼼꼼 문제 분석**

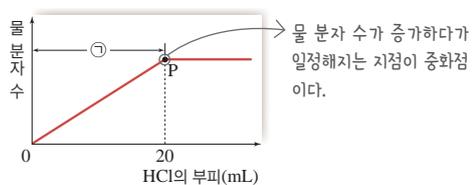


ㄱ. (가)와 (다)로부터 반응에 참여하지 않아 입자 수가 같은  $\blacksquare$ 은 산의 음이온인  $A^-$ 이므로  $\bullet$ 은  $H^+$ 임을 알 수 있다. 이때 (다)에 존재하는  $\blacktriangle$ 는 염기의 양이온인  $B^+$ 이고,  $\star$ 은  $OH^-$ 에 해당한다.

ㄴ. BOH 10 mL에는  $B^+$  2개,  $OH^-$  2개가 존재하므로 (나)에서는  $H^+$  2개와  $OH^-$  2개가 반응하여 물을 생성하고,  $H^+$  1개가 남는다. 따라서 (나)에서 혼합 용액의 액성은 산성이다.

**바로알기** ㄷ. (나)와 (다)에 들어 있는 물 분자 수는 (나) 2, (다) 3이다.

**07** **꼼꼼 문제 분석**



ㄴ. 수산화 나트륨(NaOH) 수용액에 묽은 염산(HCl)을 조금씩 넣으면 혼합 용액의 액성은 염기성에서 중성, 산성으로 변하게 되므로 혼합 용액은 붉은색에서 무색으로 변한다.

ㄷ. 묽은 염산 20 mL를 가했을 때 생성된 물 분자 수가 가장 많고 그 이후에는 더 이상 물이 생성되지 않으므로 중화점에 해당함을 알 수 있다. 따라서 묽은 염산 20 mL를 가한 P 지점에서 혼합 용액의 온도가 가장 높다.

**바로알기** ㄱ. 중화 반응이 진행됨에 따라 혼합 용액의 액성이 달라지므로 ㉠ 구간에서 혼합 용액의 pH는 점점 감소한다.

### 08 품공 문제 분석

같은 농도의 묽은 염산과 수산화 나트륨 수용액은 1 : 1의 부피비로 반응한다.

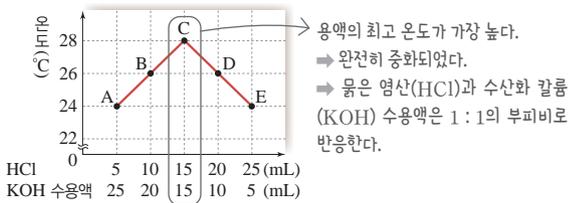
구분		(가)	(나)	(다)	(라)
묽은 염산의 부피(mL)		10	20	30	40
수산화 나트륨 수용액의 부피(mL)		50	40	30	20
반응한 용액(mL)	묽은 염산	10	20	30	20
	수산화 나트륨 수용액	10	20	30	20
혼합 용액에 남아 있는 H <sup>+</sup> 또는 OH <sup>-</sup>		OH <sup>-</sup>	OH <sup>-</sup>	없음	H <sup>+</sup>
혼합 용액의 액성		염기성	염기성	중성	산성

㉔. (나)에는 반응하지 않은 OH<sup>-</sup>이 남아 있고, (라)에는 반응하지 않은 H<sup>+</sup>이 남아 있다. 따라서 H<sup>+</sup>은 (나)에는 존재하지 않고, (라)에만 존재한다.

**바로알기** ㉕. 반응하는 H<sup>+</sup>과 OH<sup>-</sup>의 수가 많을수록 중화열이 많이 발생한다. 따라서 묽은 염산(HCl) 30 mL와 수산화 나트륨(NaOH) 수용액 30 mL가 모두 반응하여 중화 반응이 완결된 (다)에서 용액의 최고 온도가 가장 높다.

㉖. 혼합 용액에 들어 있는 이온의 종류는 (가) Cl<sup>-</sup>, Na<sup>+</sup>, OH<sup>-</sup>, (나) Cl<sup>-</sup>, Na<sup>+</sup>, OH<sup>-</sup>, (다) Cl<sup>-</sup>, Na<sup>+</sup>, (라) H<sup>+</sup>, Cl<sup>-</sup>, Na<sup>+</sup>이다. 따라서 혼합 용액에 들어 있는 이온의 종류가 가장 적은 것은 (다)이다.

### 09 품공 문제 분석



구분		A	B	C	D	E
반응한 용액(mL)	묽은 염산	5	10	15	10	5
	수산화 칼륨 수용액	5	10	15	10	5
혼합 용액에 남아 있는 H <sup>+</sup> 또는 OH <sup>-</sup>		OH <sup>-</sup>	OH <sup>-</sup>	없음	H <sup>+</sup>	H <sup>+</sup>
혼합 용액의 액성		염기성	염기성	중성	산성	산성

- A와 B에는 반응하지 않은 OH<sup>-</sup>이 남아 있으므로 A와 B의 액성은 염기성이다.
- C에서 용액의 최고 온도가 가장 높은 것으로 보아 C는 산과 염기가 완전히 중화된 상태이다.
- B와 D에서는 묽은 염산(HCl)과 수산화 칼륨(KOH) 수용액이 각각 10 mL씩 반응하여 물을 생성하므로 B와 D에서 생성된 물의 양은 같다.

④ E에는 반응하지 않은 H<sup>+</sup>이 남아 있으므로 E와 온도가 같은 수산화 나트륨(NaOH) 수용액을 넣어 주면 중화 반응이 일어나 용액의 온도가 높아진다.

**바로알기** ⑤ D와 E에는 반응하지 않은 H<sup>+</sup>이 남아 있으므로 D와 E의 액성은 산성이다. 따라서 페놀프탈레인 용액을 떨어뜨려도 색이 변하지 않는다.

### 10 품공 문제 분석

구분		(가)	(나)	(다)
혼합 전 부피(mL)	묽은 염산	40	60	80
	수산화 나트륨 수용액	80	60	40
최고 온도(°C)		28	t <sub>1</sub>	28
혼합 용액에 존재하는 이온의 종류 수(개)		㉑	2	㉒

(나)에서 혼합 용액에 존재하는 이온의 종류 수가 2개이므로 중화 반응이 완전히 일어났으며, 묽은 염산(HCl)과 수산화 나트륨(NaOH) 수용액은 1 : 1의 부피비로 반응한다는 것을 알 수 있다.

㉕. (나)는 중화점이므로 중화열이 가장 많이 발생한다. 따라서 t<sub>1</sub>은 28 °C보다 높다.

㉖. 묽은 염산(HCl)과 수산화 나트륨(NaOH) 수용액은 1 : 1의 부피비로 반응하므로 묽은 염산 10 mL에 들어 있는 H<sup>+</sup> 수와 수산화 나트륨 수용액 10 mL에 들어 있는 Na<sup>+</sup> 수는 같다.

**바로알기** ㉗. (가)에는 반응하지 않고 남은 수산화 나트륨 수용액 40 mL가 존재하므로 혼합 용액 속에는 Cl<sup>-</sup>, Na<sup>+</sup>, OH<sup>-</sup>이 들어 있고, (다)에는 반응하지 않고 남은 묽은 염산 40 mL가 존재하므로 혼합 용액 속에는 H<sup>+</sup>, Cl<sup>-</sup>, Na<sup>+</sup>이 들어 있다. 따라서 ㉑과 ㉒은 각각 3이다.

11 ③ 묽은 염산(HCl) 40 mL에 들어 있는 H<sup>+</sup>과 Cl<sup>-</sup> 수를 각각 4개라고 하면 수산화 나트륨(NaOH) 수용액 40 mL에 들어 있는 Na<sup>+</sup>과 OH<sup>-</sup> 수도 각각 4개이므로 수산화 나트륨 수용액 80 mL에 들어 있는 Na<sup>+</sup>과 OH<sup>-</sup> 수는 각각 8개이다. 따라서 (가)에는 Cl<sup>-</sup> 4개, OH<sup>-</sup> 4개, Na<sup>+</sup> 8개가 존재한다. 즉, (가)에는 서로 다른 종류의 이온이 1 : 1 : 2의 개수비로 존재한다.

12 ① 산성화된 토양에 염기성 물질인 석회 가루를 뿌려 중화시킨다.

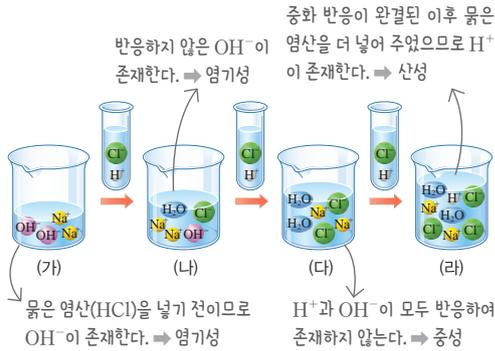
② 벌레의 독은 산성 물질이므로 염기성 물질인 암모니아수를 발라 중화시킨다.

③ 김치의 신맛을 줄이기 위해 염기성 물질인 소다를 넣는다.

④ 산성인 위액이 과다하게 분비될 경우 염기성 물질인 제산제를 먹어 중화시킨다.

**바로알기** ⑤ 머리카락으로 하수구가 막혔을 때 세정제를 사용하는 것은 단백질을 녹이는 염기성 물질의 성질을 이용한 것이다.

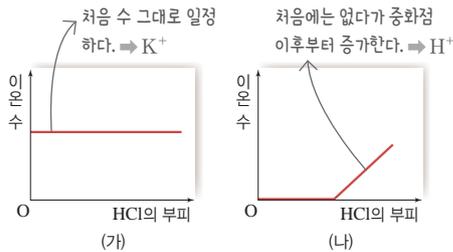
### 13 꼼꼼 문제 분석



**모범 답안** (나), (다)에는  $H^+$ 과  $OH^-$ 이 모두 반응하여 존재하지 않기 때문이다.

채점 기준	배점
중화점에 도달한 용액을 쓰고, 그 까닭을 옳게 서술한 경우	100 %
중화점에 도달한 용액만 옳게 쓴 경우	50 %

### 14 꼼꼼 문제 분석



**모범 답안** (1)  $K^+$ , 반응에 참여하지 않고 처음 수 그대로 일정하기 때문이다. (2)  $H^+$ ,  $OH^-$ 과 반응하므로 처음에는 존재하지 않다가 중화점 이후부터 증가하기 때문이다.

채점 기준	배점
(1) 이온을 쓰고, 그 까닭을 옳게 서술한 경우	50 %
이온만 옳게 쓴 경우	25 %
(2) 이온을 쓰고, 그 까닭을 옳게 서술한 경우	50 %
이온만 옳게 쓴 경우	25 %

**15** 생선 요리에서 나는 비린내는 트라이에틸아민이라는 염기성 물질이므로 레몬 즙을 뿌리면 산성 물질과 반응하여 중화되어 비린내가 줄어든다.

**모범 답안** 생선 요리에서 나는 비린내 성분은 염기성 물질이므로 산성 물질인 레몬 즙을 뿌리면 중화되어 비린내를 줄일 수 있다.

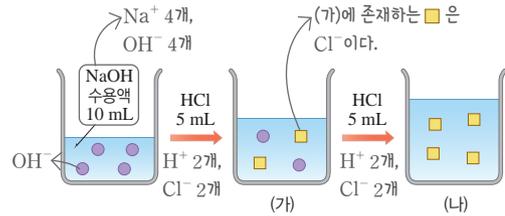
채점 기준	배점
중화 반응을 이용하여 옳게 서술한 경우	100 %
중화 반응을 이용하여 서술하지 못한 경우	0 %

## 실력 UP 문제

243 쪽

01 ⑤ 02 ③ 03 ④ 04 ③

### 01 꼼꼼 문제 분석

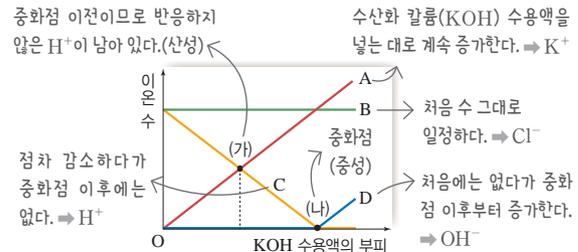


ㄱ. 수산화 나트륨( $NaOH$ ) 수용액에 묽은 염산( $HCl$ )을 넣은 후 (가)에 존재하는  $\blacksquare$ 은 중화 반응에 참여하지 않는  $Cl^-$ 이다.

ㄴ. (가)는 중화 반응이 절반만 일어난 상태이고, (나)는 중화 반응이 완결된 상태이므로 (나)에서 중화열이 더 많이 발생한다. 따라서 용액의 최고 온도는 (나)가 (가)보다 높다.

ㄷ. 혼합 전 수산화 나트륨 수용액 10 mL에 들어 있는 전체 이온 수는 8개( $Na^+$  4개,  $OH^-$  4개)이고, 묽은 염산 5 mL에 들어 있는 전체 이온 수는 4개( $H^+$  2개,  $Cl^-$  2개)이므로 같은 부피에 들어 있는 전체 이온 수는 수산화 나트륨 수용액과 묽은 염산이 같다.

### 02 꼼꼼 문제 분석



① A는 넣어 준 수산화 칼륨( $KOH$ ) 수용액에 따라 그 수가 증가하므로  $K^+$ 이고, B는 처음 수 그대로 일정하므로  $Cl^-$ 이다. 따라서 A와 B는 중화 반응에 참여하지 않는 이온이다.

② C는 수산화 칼륨 수용액을 넣을수록 점차 감소하다가 중화점 이후에는 존재하지 않으므로  $H^+$ 이고, D는 처음에는 없다가 중화점 이후부터 증가하므로  $OH^-$ 이다.

④ (가) 용액은  $H^+$ 이 존재하므로 산성 용액이고, (나) 용액은 중화점에 도달하였으므로 중성 용액이다. 따라서 용액의 pH는 (나)가 (가)보다 크다.

⑤ (나)는 중화 반응이 완결된 상태이고, (가)는 중화 반응이 절반만 일어난 상태이므로 생성된 물의 양은 (나)가 (가)보다 많다.

**바로알기** ③ (가) 용액은  $H^+$ 이 존재하는 산성 용액이므로 마그네슘( $Mg$ )과 반응하여 수소 기체( $H_2$ )를 발생시킨다.

### 03 품공 문제 분석

구분	혼합 전 용액의 부피(mL)		전체 양이온 수	존재하는 양이온
	묽은 염산	수산화 나트륨 수용액		
(가)	20	20	10N	H <sup>+</sup> , Na <sup>+</sup>
(나)	20	40	12N	Na <sup>+</sup>

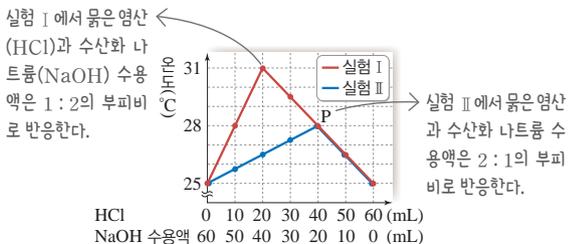
(나)에는 Na<sup>+</sup>만 존재한다. ⇒ 수산화 나트륨(NaOH) 수용액 40 mL에 포함된 Na<sup>+</sup>, OH<sup>-</sup> 수는 각각 12N이다. ⇒ 수산화 나트륨 수용액 20 mL에 포함된 Na<sup>+</sup>, OH<sup>-</sup> 수는 각각 6N이다.  
 (가)에는 Na<sup>+</sup> 6N과 H<sup>+</sup> 4N이 존재한다. ⇒ H<sup>+</sup> 6N은 OH<sup>-</sup>과 반응하였다. ⇒ 묽은 염산(HCl) 20 mL에 포함된 H<sup>+</sup>, Cl<sup>-</sup> 수는 각각 10N이다.

ㄴ. (나)는 묽은 염산(HCl) 20 mL와 수산화 나트륨(NaOH) 수용액 40 mL를 혼합한 용액이다. 묽은 염산 20 mL에 포함된 H<sup>+</sup> 수는 10N, 수산화 나트륨 수용액 40 mL에 포함된 OH<sup>-</sup> 수는 12N이므로 두 수용액이 반응하면 OH<sup>-</sup> 2N이 남는다. 따라서 혼합 용액은 염기성 용액이다.

ㄷ. 묽은 염산 60 mL에 포함된 H<sup>+</sup> 수는 30N, 수산화 나트륨 수용액 100 mL에 포함된 OH<sup>-</sup> 수는 30N이므로 두 수용액을 혼합한 용액의 액성은 중성이다.

**바로알기** ㄱ. (나)에서 혼합 전 수산화 나트륨 수용액 40 mL에 존재하는 Na<sup>+</sup>과 OH<sup>-</sup> 수는 각각 12N이고, (가)에서 혼합 전 수산화 나트륨 수용액 20 mL에 존재하는 Na<sup>+</sup>과 OH<sup>-</sup> 수는 각각 6N이다. 따라서 (가)에 존재하는 H<sup>+</sup> 수는 10N - 6N = 4N이다.

### 04 품공 문제 분석



ㄱ. 실험 I에서 묽은 염산(HCl) 20 mL와 수산화 나트륨(NaOH) 수용액 40 mL가 반응할 때 H<sup>+</sup>과 OH<sup>-</sup>이 남김없이 모두 반응한 중화점이다. 따라서 같은 부피에 들어 있는 이온 수는 Cl<sup>-</sup>이 Na<sup>+</sup>의 2배이다.

ㄴ. 실험 II에서 묽은 염산 40 mL와 수산화 나트륨 수용액 20 mL가 반응할 때 H<sup>+</sup>과 OH<sup>-</sup>이 남김없이 모두 반응한 중화점이다. 이때 실험 I과 II에서 사용한 수산화 나트륨 수용액은 같으므로 같은 부피에 들어 있는 묽은 염산의 H<sup>+</sup> 수는 실험 I이 실험 II의 4배임을 알 수 있다. 따라서 같은 부피에 들어 있는 Cl<sup>-</sup>의 수는 실험 I이 실험 II의 4배이다.

**바로알기** ㄷ. 실험 I과 II에서 사용한 수산화 나트륨 수용액은 같고 각 실험에서 사용한 H<sup>+</sup> 수는 실험 I이 실험 II의 4배이다. 따라서 P에서 생성된 물 분자 수는 실험 I과 실험 II가 같다.

### 중단원 핵심 정리

244쪽

- ① 산소 ② 연는 ③ 잃는 ④ 잃는 ⑤ 연는 ⑥ 수소 이온(H<sup>+</sup>) ⑦ 수산화 이온(OH<sup>-</sup>) ⑧ 단백질 ⑨ 붉은색 ⑩ 붉은색 ⑪ 초록색 ⑫ 물(H<sub>2</sub>O) ⑬ 중화열

### 중단원 마무리 문제

245~248 쪽

- 01 ⑤ 02 ⑤ 03 ③ 04 해설 참조 05 ⑤  
 06 ④ 07 ④ 08 ㄱ, ㄴ, ㄹ 09 ② 10 ①  
 11 ④ 12 ③ 13 ④ 14 ② 15 ③ 16 해설 참조  
 17 ③ 18 ⑤

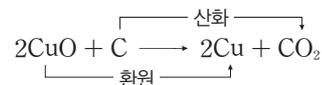
01 (가)는 광합성, (나)는 화석 연료의 연소, (다)는 철의 제련 반응이다.

ㄱ. ㉠은 산소(O<sub>2</sub>)로 생명체의 호흡에 사용된다.

ㄴ. ㉡과 ㉢은 이산화 탄소(CO<sub>2</sub>)로 같은 물질이다.

ㄷ. 광합성, 화석 연료의 연소, 철의 제련은 모두 산소가 관여하는 산화 환원 반응이다.

02 ①, ②, ④ 산화 구리(II)(CuO)가 탄소(C)와 반응하면 구리(Cu)와 이산화 탄소(CO<sub>2</sub>)가 생성된다. 이때 산화 구리(II)는 산소를 잃어 구리로 환원되고, 탄소는 산소를 얻어 이산화 탄소로 산화된다.

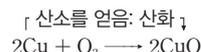


③ 생성된 붉은색 물질은 구리이다.

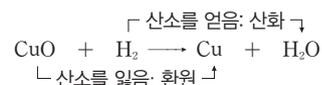
**바로알기** ⑤ 석회수(Ca(OH)<sub>2</sub>)와 이산화 탄소(CO<sub>2</sub>)가 반응하면 탄산 칼슘(CaCO<sub>3</sub>)이 생성되므로 뿌연게 흐려진다. 이 반응은 전자의 이동이 없으므로 산화 환원 반응이 아니다.

### 03 품공 문제 분석

산화 구리(II)(CuO)가 생성되었기 때문이다. (가) 붉은색 구리관을 공기 중에서 가열하였더니 검게 변하였다.



(나) 검게 변한 구리관을 가열하여 수소 기체가 들어 있는 시험관에 넣었더니 다시 붉은색 구리관이 되었고, 시험관에 액체 물질이 생성되었다. > 구리(Cu)로 환원되었기 때문이다.

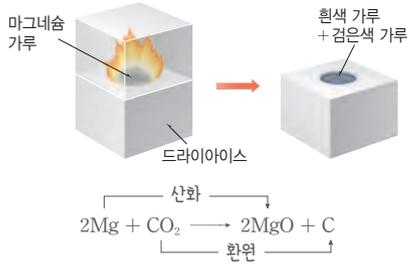


ㄱ. (가)에서 구리(Cu)는 산소를 얻어 산화 구리(II)(CuO)로 산화된다.

ㄷ. (나)에서 산화 구리(II)와 수소(H<sub>2</sub>)가 반응하면 구리와 물(H<sub>2</sub>O)이 생성된다. 따라서 (나)에서 생성된 액체 물질은 물이다.

**바로알기** ㄴ. 검게 변한 구리판은 산화 구리(II)이며, (나)에서 산화 구리(II)는 산소를 잃고 구리로 환원된다.

#### 04 품공 문제 분석

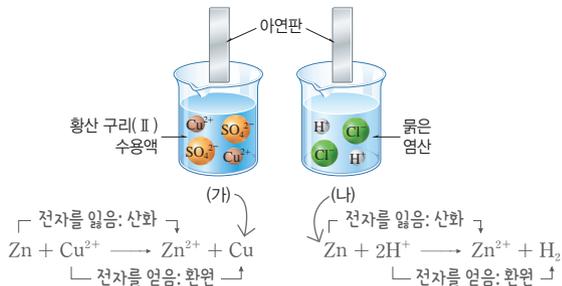


**모범 답안** (1)  $2\text{Mg} + \text{CO}_2 \longrightarrow 2\text{MgO} + \text{C}$

(2) 산화된 물질: Mg, 환원된 물질: CO<sub>2</sub>

채점 기준	배점
(1) 화학 반응식을 옳게 나타낸 경우	50 %
(2) 산화된 물질과 환원된 물질을 옳게 쓴 경우	50 %

#### 05 품공 문제 분석



① (가)와 (나)에서 아연(Zn)은 모두 전자를 잃고 아연 이온(Zn<sup>2+</sup>)으로 산화된다.

② (가)에서 구리 이온(Cu<sup>2+</sup>)이 구리(Cu)로 환원되어 석출되므로 수용액 속 구리 이온은 점점 감소한다. 따라서 수용액의 푸른 색은 점점 옅어진다.

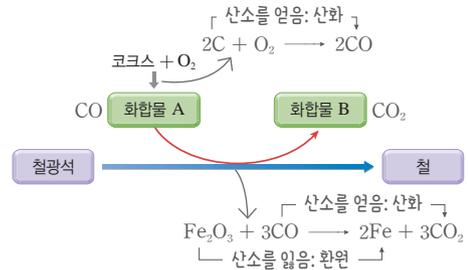
③ (나)에서 묽은 염산(HCl)과 아연이 반응하면 수소 기체(H<sub>2</sub>)가 발생한다.

④ (나)에서 아연이 전자를 잃고 아연 이온으로 산화되어 수용액 속에 녹아 들어가므로 아연판의 질량은 점점 감소한다.

**바로알기** ⑤ (가)에서는 구리 이온 1개가 감소할 때 아연 이온 1개가 생성되므로 수용액의 양이온 수 변화는 없다.

(나)에서는 수소 이온(H<sup>+</sup>) 2개가 감소할 때 아연 이온 1개가 생성되므로 수용액의 양이온 수는 점점 감소한다.

#### 06 품공 문제 분석



ㄴ. 철광석의 주성분인 산화 철(III)(Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)은 산소를 잃고 철(Fe)로 환원된다.

ㄷ. 화합물 B는 이산화 탄소(CO<sub>2</sub>)이므로 석회수에 통과시키면 석회수가 뿌옇게 흐려진다.

**바로알기** ㄱ. 화합물 A는 일산화 탄소(CO)이고, 화합물 B는 이산화 탄소이므로 분자 1개에 들어 있는 산소 원자의 수는 화합물 A가 화합물 B보다 작다.

07 ㄴ. 방안에 둔 머리핀에 붉은 녹이 생성된 것은 철로 이루어진 머리핀이 공기 중의 산소와 반응하며 산화된 것이다.



ㄷ. 검게 변한 은수저를 소금물에 적셔 알루미늄 포일로 감싸면 알루미늄(Al)은 전자를 잃고 황화 은(Ag<sub>2</sub>S)은 전자를 얻어 광택이 나는 은수저를 얻을 수 있다.



**바로알기** ㄱ. 탄산 칼슘(CaCO<sub>3</sub>)은 염기성 물질이고, 식초는 산성 물질이므로, 탄산 칼슘과 식초의 반응은 전자의 이동이 없는 중화 반응이다. 따라서 산화 환원 반응은 (나), (다) 두 가지이다.

08 ㄱ, ㄴ, ㄷ, ㄹ. HCl, HNO<sub>3</sub>, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>은 산 수용액이므로 마그네슘(Mg) 조각과 반응하여 수소 기체(H<sub>2</sub>)를 발생시킨다.

**바로알기** ㄴ, ㄷ, ㄹ. KOH, NaOH, Ca(OH)<sub>2</sub>은 염기 수용액이므로 마그네슘 조각과 반응하지 않는다.

#### 09 품공 문제 분석

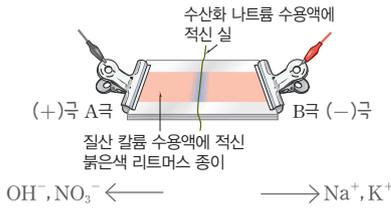
물질	산성 물질		염기성 물질
	레몬 즙	탄산음료	소다 수용액
메틸 오렌지 용액	붉은색	붉은색	노란색
BTB 용액	노란색	노란색	파란색

나. 지시약의 색 변화로 보아 소다 수용액은 염기성 물질이다. 따라서 pH는 7보다 크다.

**바로알기** 가. 지시약의 색 변화로 보아 레몬 즙과 탄산음료는 산성 물질이다. 따라서 레몬 즙과 탄산음료에는  $H^+$ 이 들어 있다.

다. 산과 염기는 물에 녹아 이온화하므로 레몬 즙, 탄산음료, 소다 수용액에는 모두 이온이 존재한다. 따라서 세 가지 물질 모두 전기 전도성이 있다.

### 10 품공 문제 분석



가.  $OH^-$ 은 붉은색 리트머스 종이를 푸르게 변화시킨다.

**바로알기** 나.  $OH^-$ 이 A극 쪽으로 이동하였으므로 A극은 (+)극이고, B극은 (-)극이다. 따라서  $Na^+$ 과  $K^+$ 은 B극 쪽으로 이동한다.

다. 묽은 염산(HCl)으로 실험하면  $H^+$ 이 (-)극인 B극 쪽으로 이동하지만 붉은색 리트머스 종이는 산에 의해 색 변화가 나타나지 않으므로 아무 변화가 없다.

### 11 품공 문제 분석



(가)  $H^+$ 이 있다.  $\Rightarrow$  산성  
(나)  $H^+$ 이나  $OH^-$ 이 없다.  $\Rightarrow$  중성  
(다)  $OH^-$ 이 있다.  $\Rightarrow$  염기성

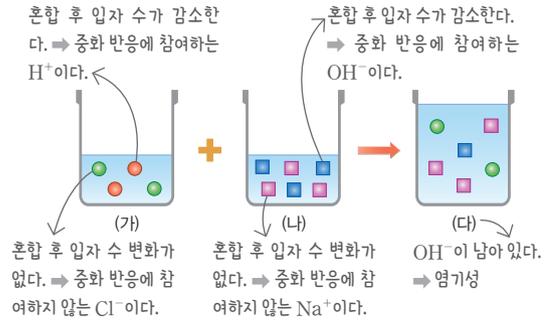
구분		(가)	(나)	(다)
혼합 전 용액에 들어 있는 이온 수	묽은 염산	$H^+ : 2,$ $Cl^- : 2$	$H^+ : 2,$ $Cl^- : 2$	$H^+ : 2,$ $Cl^- : 2$
	수산화 나트륨 수용액	$Na^+ : 1,$ $OH^- : 1$	$Na^+ : 2,$ $OH^- : 2$	$Na^+ : 3,$ $OH^- : 3$
혼합 후 생성된 물 분자 수		1	2	2

나. (가)는 산성 용액이고, (나)는 중성 용액이다. 페놀프탈레인 용액은 산성 용액과 중성 용액에서 색이 변하지 않으므로 (가)와 (나)에 페놀프탈레인 용액을 떨어뜨려도 색 변화가 없다.

다. (다)는 염기성 용액이므로 (다)의 pH는 7보다 크다.

**바로알기** 가. 생성된 물 분자 수는 (나)와 (다)가 2개로 같고, (가)는 1개로 가장 적다.

### 12 품공 문제 분석

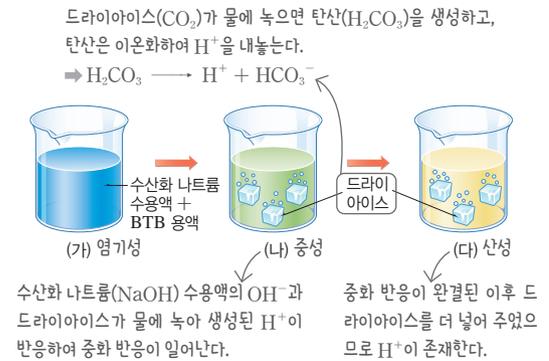


가.  $\bullet$ 은 (가)에는 존재하지만 (다)에는 존재하지 않으므로 중화 반응에 참여하는  $H^+$ 이다.

나.  $\blacksquare$ 은 혼합 후 입자 수가 감소하므로 중화 반응에 참여하는  $OH^-$ 이다. 따라서  $OH^-$ 이 남아 있는 (다)의 액성은 염기성이고, (다)에 페놀프탈레인 용액을 떨어뜨리면 붉은색을 띤다.

**바로알기** 다. 묽은 염산(HCl) (가)와 수산화 나트륨(NaOH) 수용액 (나)를 혼합하면 중화 반응이 일어나 중화열이 발생한다. 따라서 용액의 최고 온도는 (나)가 (다)보다 낮다.

### 13 품공 문제 분석

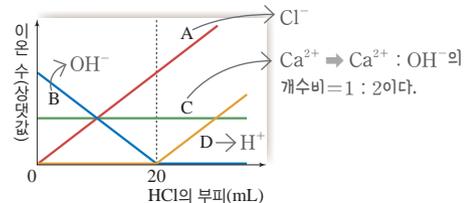


나. 용액의 액성이 (가) 염기성  $\rightarrow$  (나) 중성  $\rightarrow$  (다) 산성으로 변하므로 용액의 pH는 점점 작아진다.

다. (가)의 액성은 염기성이고, (다)의 액성은 산성이므로 (가)와 (다)를 혼합하면 중화 반응이 일어난다.

**바로알기** 가. 드라이아이스( $CO_2$ )는 물에 녹아  $H^+$ 을 생성한다.

### 14 품공 문제 분석



ㄴ. D는 OH<sup>-</sup>과 반응하므로 처음에는 존재하지 않다가 중화점 이후부터 증가하는 H<sup>+</sup>이다.

**바로알기** ㄱ. A는 반응에 참여하지 않고 넣는대로 증가하는 Cl<sup>-</sup>이고, C는 반응에 참여하지 않고 처음 수 그대로 일정한 Ca<sup>2+</sup>이다. 두 이온은 반응에 참여하지 않는다.

ㄷ. 묽은 염산(HCl) 20 mL와 수산화 칼슘(Ca(OH)<sub>2</sub>) 수용액 10 mL가 반응한 지점이 중화점이다. 이때 묽은 염산 20 mL에 H<sup>+</sup> 20개와 Cl<sup>-</sup> 20개가 있다고 가정하면 수산화 칼슘 수용액 10 mL에는 Ca<sup>2+</sup> 10개와 OH<sup>-</sup> 20개가 있다. 따라서 반응 전 같은 부피에 들어 있는 이온 수는 수산화 칼슘 수용액이 묽은 염산보다 크다.

**15** **꼼꼼 문제 분석**

구분	(가)	(나)	(다)	(라)	(마)	
묽은 염산의 부피(mL)	2	6	10	14	18	
수산화 나트륨 수용액의 부피(mL)	18	14	10	6	2	
반응한 용액 (mL)	묽은 염산	2	6	10	6	2
	수산화 나트륨 수용액	2	6	10	6	2
혼합 용액에 남아 있는 H <sup>+</sup> 또는 OH <sup>-</sup>	OH <sup>-</sup>	OH <sup>-</sup>	없음	H <sup>+</sup>	H <sup>+</sup>	
혼합 용액의 액성	염기성	염기성	중성	산성	산성	

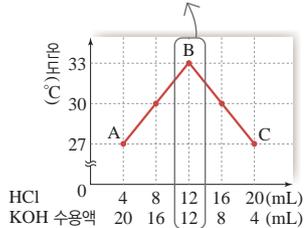
ㄱ. 중화 반응한 양이 많을수록 중화열이 많이 발생하므로 용액의 최고 온도는 (다)가 (가)보다 높다.

ㄴ. (나)와 (라)에서는 묽은 염산(HCl)과 수산화 나트륨(NaOH) 수용액이 각각 6 mL씩 반응하여 물을 생성한다. 따라서 생성된 물의 양은 (나)와 (라)가 같다.

**바로알기** ㄷ. (마)에는 반응하지 않은 H<sup>+</sup>이 남아 있다. 따라서 (마)의 액성은 산성이고, BTB 용액을 떨어뜨리면 노란색을 띤다.

**16** **꼼꼼 문제 분석**

용액의 최고 온도가 가장 높다. → 완전히 중화되었다. → 묽은 염산(HCl)과 수산화 칼륨(KOH) 수용액은 1 : 1의 부피비로 반응한다.



구분	A	B	C	
반응한 용액(mL)	묽은 염산	4	12	4
	수산화 칼륨 수용액	4	12	4
혼합 용액에 남아 있는 H <sup>+</sup> 또는 OH <sup>-</sup>	OH <sup>-</sup>	없음	H <sup>+</sup>	
혼합 용액의 액성	염기성	중성	산성	

**모범 답안** A, A는 반응하지 않은 OH<sup>-</sup>이 남아 있는 염기성 용액이므로 페놀프탈레인 용액을 떨어뜨리면 붉은색으로 변한다.

채점 기준	배점
A를 쓰고, 그 까닭을 옳게 서술한 경우	100 %
A만 쓴 경우	50 %

**17** ㄱ, ㄴ. (가), (나)는 중화 반응이므로 반응 과정에서 열이 발생하고 pH가 달라진다.

**바로알기** ㄷ. 생선 요리에 레몬 즙을 뿌리는 것은 중화 반응이고, 화석 연료의 연소는 산화 환원 반응이다.

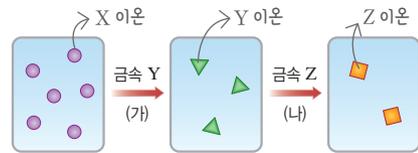
**18** ⑤ 신맛(㉠), 약취(㉡), 위액(㉢)은 산성 물질이고, 소다(㉣), 수산화 나트륨(㉤), 제산제(㉥)는 염기성 물질이다.

**중단원 고난도 문제**

249 쪽

01 ③    02 ③    03 ⑤    04 ㄴ

**01** **꼼꼼 문제 분석**



이온 1개의 전하량의 비 = X 이온 : Y 이온 : Z 이온 = 1 : 2 : 3

**선택지 분석**

- Ⓐ (가)에서 환원되는 물질은 X 이온이다.
- ⓧ 이온 1개의 전하량은 Z 이온이 Y 이온의 3배이다.
- Ⓒ (가)와 (나)는 모두 산화 환원 반응이다. 3배가 아니다

**전략적 풀이** ① (가)를 통해 금속 X와 금속 Y 중 환원되는 물질을 알아낸다.

ㄱ. (가)에서 금속 X 이온이 전자를 얻어 환원되고 금속 Y가 전자를 잃어 산화되므로 환원되는 물질은 X 이온이다.

② (나)를 통해 Y 이온과 Z 이온의 전하량의 비를 파악한다.

ㄴ. Y 이온 3개가 들어 있는 수용액에 Z를 넣었을 때 Y 이온 3개가 모두 반응하여 Z 이온 2개가 생성되었으므로 Y 이온 3개가 얻은 전자 수는 Z 원자 2개가 잃은 전자 수와 같다. Y 이온 3개가 얻은 전자 수를 6N이라고 하면 Z 원자 2개가 잃은 전자 수도 6N이어야 하므로 이온 1개의 전하량의 비는 Y 이온 : Z 이온 = 2 : 3이다. 따라서 Z 이온의 전하량은 Y 이온 전하량의 3배가 아니다.

ㄷ. (가)와 (나)는 모두 전자가 이동하는 산화 환원 반응이다.

### 02 품공 문제 분석

(가) 아연(Zn)과 묽은 염산(HCl)을 반응시켜 발생한 기체 X를 포집한다.  $\rightarrow \text{Zn} + 2\text{HCl} \rightarrow \text{ZnCl}_2 + \text{H}_2$   
 (나) (가)에서 포집한 기체 X를 산화 구리(II)(CuO)와 함께 시험관에 넣고 가열하면 구리(Cu)와 액체 Y가 생성된다.  $\rightarrow \text{CuO} + \text{H}_2 \rightarrow \text{Cu} + \text{H}_2\text{O}$

#### 선택지 분석

- ㄱ X는 수소 기체이다.
- ㄴ Y는 물이다.
- ㄷ 아연은 구리보다 전자를 얻기 쉽다. 옳기

**전략적 풀이 ①** (가), (나) 반응을 화학 반응식으로 나타내어 생성된 물질의 종류를 확인한다.

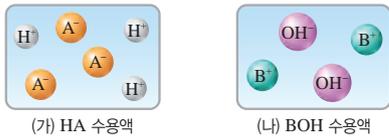
ㄱ. 아연(Zn)과 묽은 염산(HCl)이 반응하면 수소 기체( $\text{H}_2$ )가 발생하므로 X는 수소 기체이다.

ㄴ. 산화 구리(II)(CuO)와 수소 기체가 반응하면 구리(Cu)와 물( $\text{H}_2\text{O}$ )이 생성되므로 (나)에서 생성된 액체 Y는 물이다.

② (가)와 (나) 반응에서 산화되는 물질과 환원되는 물질을 찾아 산화되기 쉬운 정도를 비교한다.

ㄷ. (가)에서 아연은 산화되고 묽은 염산 속 수소 이온( $\text{H}^+$ )은 환원되므로 아연은 수소(H)보다 산화되기 쉽다. (나)에서 수소 기체가 산화되고 산화 구리(II)가 환원되므로 수소는 구리보다 산화되기 쉽다. 따라서 아연은 구리보다 전자를 잃고 산화되기 쉽다.

### 03 품공 문제 분석



같은 부피에 들어 있는 이온 수의 비 =  $\text{H}^+ : \text{OH}^- = 3 : 2$

#### 선택지 분석

- ㄱ (가)와 (나)를 혼합한 용액에 BTB 용액을 떨어뜨리면 노란색을 띤다.
- ㄴ pH는 (나)가 (가)보다 크다.
- ㄷ (가)와 (나)를 2 : 3의 부피비로 혼합한 용액의 액성은 중성이다.

**전략적 풀이 ①** 같은 부피에 들어 있는 이온 수의 비를 확인하여 혼합 용액의 액성을 알아내고, 용액의 액성과 pH의 관계를 생각해 본다.

ㄱ. (가)와 (나)를 혼합하면  $\text{H}^+$  1개가 남으므로 혼합 용액의 액성은 산성이다. 따라서 이 혼합 용액에 BTB 용액을 떨어뜨리면 노란색을 띤다.

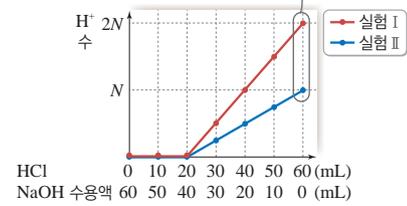
ㄴ. (가)는 산성 용액, (나)는 염기성 용액이므로 pH는 (나)가 (가)보다 크다.

②  $\text{H}^+$ 과  $\text{OH}^-$ 은 1 : 1의 개수비로 반응함을 알고, (가)와 (나)의 부피 비를 파악한다.

ㄷ. (가)와 (나)에서 같은 부피에 들어 있는  $\text{H}^+$ 과  $\text{OH}^-$  수의 비가 3 : 2이다. 따라서 (가)와 (나)를 2 : 3의 부피비로 혼합할 경우  $\text{H}^+$ 과  $\text{OH}^-$ 의 수가 같게 되어 혼합 용액은 중성을 나타낸다.

### 04 품공 문제 분석

실험 I 과 실험 II 에서 묽은 염산(HCl)의 농도비 = 2 : 1  
 → 실험 I 과 실험 II 에서 수산화 나트륨(NaOH) 수용액의 농도비 = 2 : 1



#### 선택지 분석

- ㄱ 반응 전 실험 I 에서 같은 부피에 들어 있는  $\text{H}^+$  수는  $\text{OH}^-$  수와 같다.  $\text{OH}^-$  수의 2배이다
- ㄴ 수산화 나트륨 수용액에서 같은 부피에 들어 있는  $\text{Na}^+$  수는 실험 I 이 실험 II 의 2배이다.
- ㄷ 중화점에서 발생한 물 분자 수의 비는 실험 I : 실험 II = 1 : 2이다. 2 : 1

**전략적 풀이 ①** 중화점에서 산과 염기의 반응 부피비를 통해 같은 부피에 들어 있는 이온 수를 알아낸다.

ㄱ. 묽은 염산(HCl) 20 mL와 수산화 나트륨(NaOH) 수용액 40 mL가 반응할 때 중화 반응이 완결되었으므로 반응 전 같은 부피에 들어 있는  $\text{H}^+$  수는  $\text{OH}^-$  수의 2배이다.

② 제시된 자료를 분석하여 실험 I 과 실험 II 에서 각 수용액의 농도 비를 알아낸다.

ㄴ. 묽은 염산 60 mL일 때 존재하는  $\text{H}^+$  수는 실험 I 이 II 의 2배이므로, 수산화 나트륨 수용액에서 같은 부피에 들어 있는  $\text{OH}^-$  수도 실험 I 이 실험 II 의 2배이다. 따라서 같은 부피에 들어 있는  $\text{Na}^+$  수는 실험 I 이 실험 II 의 2배이다.

ㄷ. 반응한  $\text{H}^+$ 과  $\text{OH}^-$ 의 양은 실험 I 이 실험 II 의 2배이므로 중화점에서 생성된 물 분자 수의 비는 실험 I : 실험 II = 2 : 1 이다.

## 2 생물 다양성과 유지

### 1 지질 시대의 환경과 생물

#### 개념 확인 문제

254쪽

- 1 환경 2 표준 화석 3 화석 4 지질 시대 5 화석  
6 신생대

- 1 (1) ○ (2) × (3) × 2 ㉠ 퇴적물, ㉡ 화석, ㉢ 지각 변동  
3 (1) 시 (2) 표 (3) 표 (4) 시 4 (1) ㉠ (2) ㉢ (3) ㉡  
5 L, M, B 6 L, R 7 A: 선캄브리아 시대, B: 고생대, C: 중생대, D: 신생대

- 1 (1) 생물의 유해나 흔적이 빠르게 퇴적물에 묻히고, 퇴적층이 쌓여 오랜 시간이 지나면 화석이 만들어진다.  
(2) 화석은 대부분 석회암, 셰일 등의 퇴적암에서 발견된다. 화성암은 온도가 높은 마그마가 식어서 생성되어 생물의 유해가 파손되거나 형태가 사라지기 때문에 화석이 발견되기 어렵다.  
(3) 뼈, 알 등 생물의 유해뿐만 아니라 발자국, 배설물 등 생물의 흔적도 화석이 될 수 있다.

- 2 생물이 갑자기 퇴적물에 묻히고, 퇴적층이 쌓여 오랜 시간이 지나면서 화석화 작용을 받으면 화석이 만들어진다. 화석이 포함된 지층이 지각 변동을 받아 땅 위로 올라온 후 침식 작용을 받으면 지층이 깎이면서 화석이 드러난다.

- 3 (1), (4) 시상 화석은 특정 환경에 살았던 생물의 화석으로, 긴 기간 동안 좁은 면적에 분포한 생물의 화석이다. 지층의 생성 환경을 알려주고, 예로 고사리, 산호, 조개 화석 등이 있다.  
(2), (3) 표준 화석은 특정 시기에 살았던 생물의 화석으로, 짧은 기간 동안 넓은 면적에 분포한 생물의 화석이다. 지층의 생성 시기를 알려주고, 예로 방추충, 공룡, 매머드 화석 등이 있다.

- 4 (1) 삼엽충, 갑주어, 방추충 화석 등은 고생대의 표준 화석이다.  
(2) 공룡, 암모나이트 화석 등은 중생대의 표준 화석이다.  
(3) 화폐석, 매머드 화석 등은 신생대의 표준 화석이다.

- 5 • 산호(L), 삼엽충(M), 암모나이트(B)는 해양 생물이므로 이 화석들이 발견되면 과거 바다 환경이었음을 알 수 있다.  
• 공룡(㉠), 고사리(㉡), 매머드(㉢)는 육상 생물이므로 이 화석들이 발견되면 과거 육지 환경이었음을 알 수 있다.

- 6 지질 시대는 화석의 변화로 알 수 있는 생물계의 급격한 변화를 기준으로 구분한다. 또한, 부정합과 같은 대규모 지각 변동을 기준으로 구분하기도 한다.

- 7 지질 시대의 상대적 길이를 비교하면 선캄브리아 시대(A)가 가장 길고, 그 다음으로 고생대(B), 중생대(C), 신생대(D) 순으로 길이가 짧아진다.

#### 개념 확인 문제

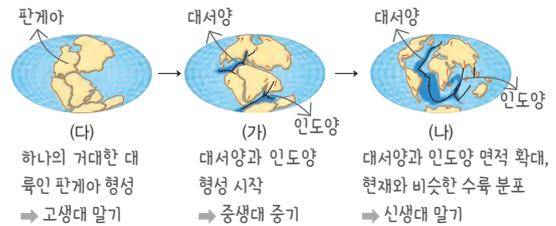
257쪽

- 1 산소 2 판게아 3 양치 4 파충류 5 속씨  
6 대멸종 7 적응

- 1 (1) × (2) ○ (3) ○ (4) × 2 (다) → (가) → (나) 3 (1) ○ (2) × (3) × (4) ○ 4 (1) (가) 중생대 (나) 신생대 (다) 고생대 (라) 선캄브리아 시대 (2) (라) → (다) → (가) → (나) 5 (가) 고생대 (나) 신생대

- 1 (1) 선캄브리아 시대는 전반적으로 온난한 기후였지만, 말기에 빙하기가 있었을 것으로 추정된다.  
(2) 고생대는 대체로 온난하였지만, 말기에 빙하기가 있었다.  
(3) 중생대는 빙하기 없이 전반적으로 온난한 기후였다.  
(4) 신생대 후기에 여러 번의 빙하기가 있었다.

#### 2 품공 문제 분석



- 3 (1) 선캄브리아 시대에 자외선이 차단되는 바다에서 최초의 생명체가 출현하였다.  
(2) 고생대 바다에서는 삼엽충을 포함한 무척추동물이, 육지에서는 양서류, 곤충류, 양치식물 등이 번성하였다. 바다에서 암모나이트가, 육지에서 공룡이 번성한 지질 시대는 중생대이다.  
(3) 최초의 육상 생물이 출현한 지질 시대는 고생대이다.  
(4) 신생대에는 속씨식물과 매머드를 포함한 포유류가 번성하였고, 후기에 인류의 조상이 출현하였다.

4 **꼼꼼 문제 분석**



지질 시대를 오래된 시대부터 순서대로 나열하면, (라) 선캄브리아 시대 → (다) 고생대 → (가) 중생대 → (나) 신생대 순이다.

5 (가) 지질 시대 동안 생물 과의 수가 가장 많이 감소한 고생대 말기에 생물이 가장 크게 멸종하였다. 고생대 말기에 대멸종이 일어난 원인은 판게아 형성, 화산 폭발, 소행성 충돌 등으로 추정하고 있다.

(나) 신생대에 생물 과의 수가 가장 많다. 따라서 신생대에 생물의 종류가 가장 다양하였다.

258쪽

**완다뽀 비법 특강** Q1 오존층

Q1 선캄브리아 시대 초기에는 대기 중에 산소가 없어 오존층이 형성되지 못하였다. 따라서 생물에 유해한 자외선이 지표에 강하게 내리찍고 있었기 때문에 생물들은 자외선이 닿지 않는 바다에서만 활동할 수 있었다.

**내신 안정 문제**

259~262쪽

- |          |          |          |          |      |      |
|----------|----------|----------|----------|------|------|
| 01 ②     | 02 ①     | 03 ③     | 04 ④     | 05 ④ | 06 ④ |
| 07 ⑤     | 08 ②     | 09 ⑤     | 10 ③     | 11 ③ | 12 ④ |
| 13 ③     | 14 ④     | 15 ③     | 16 ②     | 17 ② | 18 ④ |
| 19 ①     | 20 해설 참조 | 21 해설 참조 | 22 해설 참조 |      |      |
| 23 해설 참조 |          |          |          |      |      |

01 ① 화석은 대부분 석회암, 셰일 등의 퇴적암에서 발견된다.  
 ③ 화석이 만들어지는 과정: 홍수나 산사태 등에 의해 생물의 유해나 흔적이 갑자기 퇴적물에 묻힌다. → 퇴적층이 쌓여 오랜 시간이 지나면 화석이 만들어진다. → 지각 변동으로 퇴적층이 땅 위로 올라온 후 침식 작용을 받아 화석이 드러난다.

④ 지질 시대는 생물계의 급격한 변화(화석의 변화)를 기준으로 구분한다.

⑤ 고생대, 중생대, 신생대는 화석이 많이 발견되는 시대로, 생물계의 변화를 기준으로 구분한다.

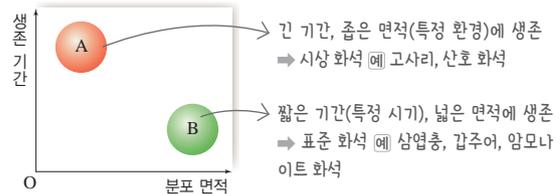
**바로알기** ② 생물의 유해뿐만 아니라 생물이 기어간 흔적, 발자국 등 생물의 흔적도 화석이 될 수 있다.

02 ②, ③ 생물의 유해는 시간이 오래 지날수록 지각 변동과 풍화 작용을 많이 받는다. 따라서 생물의 개체 수가 많고, 생물체에 단단한 뼈나 껍테기가 있을수록 생물이 화석으로 남을 가능성이 크다.

④, ⑤ 생물의 몸체가 썩으면 화석으로 남기 어려우므로 썩기 전에 지층 속에 빨리 묻히고 화석화 작용을 받아야 화석으로 남을 가능성이 크다.

**바로알기** ① 생물의 크기가 크다고 해서 화석으로 남기 쉬운 것은 아니다.

03 **꼼꼼 문제 분석**



표준 화석으로 이용되기 위해서는 생존 기간이 짧고 분포 면적이 넓어야 하며, 시상 화석으로 이용되기 위해서는 생존 기간이 길고 분포 면적이 좁아야 한다. 따라서 A는 시상 화석이고, B는 표준 화석이다.

ㄱ. 고사리나 산호 화석은 과거의 환경을 추정하는 데 이용되는 시상 화석(A)에 해당한다.

ㄴ. 표준 화석은 특정한 시기를 알려주므로 B를 이용하여 지층의 생성 시대를 알 수 있다.

**바로알기** ㄷ. 환경 변화에 민감한 생물은 특정 환경에서만 서식한다. 따라서 분포 면적이 좁은 A가 B보다 환경 변화에 민감하다.

04 ① (가)는 지층의 생성 환경을 알려주는 시상 화석이고 (나)와 (다)는 지층의 생성 시기를 알려주는 표준 화석이다.

② (나)는 표준 화석으로, 특정 시기를 알려주는 화석이므로 생존 기간이 짧고, 분포 면적이 넓다.

③ (나) 삼엽충은 고생대의 표준 화석이고, 방추충도 고생대의 표준 화석이므로 (나)가 발견된 지층에서 방추충 화석이 발견될 수 있다.

⑤ 지층의 생성 시대를 결정하는 데 이용되는 것은 표준 화석이므로 (다)는 (가)보다 지질 시대 구분에 유용하다. 고사리는 고생대에 출현하여 오늘날에도 존재하지만, 화폐석은 신생대에만 생존했던 생물이다.

**바로알기** ④ (다) 화폐석은 바다에서 서식하였던 생물이다. 따뜻하고 습한 육지에서 서식하였던 생물에는 (가) 고사리가 있다.

**05** ① 바다에 살았던 생물의 화석이 육지에서 발견된 경우, 이 지층은 바다 밑에서 만들어진 이후 수면 위로 융기했다는 것을 알 수 있다.

② 멀리 떨어진 대륙에서 발견되는 화석을 비교하여 과거 대륙의 분포 및 이동 과정을 알 수 있다.

③ 화석으로 발견된 생물의 서식 환경을 통해 지층이 생성될 당시의 환경을 알 수 있다.

⑤ 화석을 시대 순으로 나열하면 생물이 어떤 과정을 거쳐 진화하였는지를 알 수 있다.

**바로알기** ④ 과거의 지진 활동은 화석으로 알아내기 어렵다.

**06** **품공 문제 분석**

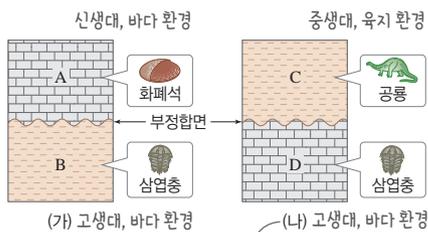
지층	A	B	C
화석	매머드	공룡 발자국	삼엽충, 산호
	신생대, 육지 환경	중생대, 육지 환경	고생대, 수온이 높고 얕은 바다 환경

나. 공룡은 중생대의 육지에서 서식하였으므로 공룡 발자국 화석이 포함된 지층 B는 중생대의 육지에서 퇴적되었다.

다. 지층 C에서 산호 화석이 발견되었으므로 지층 C는 수온이 높은 바다에서 퇴적되었다.

**바로알기** ㄱ. 매머드는 신생대, 공룡은 중생대, 삼엽충은 고생대의 표준 화석이므로 가장 먼저 생성된 지층은 C이다.

**07** **품공 문제 분석**



(나) 지층은 고생대에 바다 환경이었다가 중생대에 육지 환경으로 변화되었으므로 지층이 융기된 적이 있다.

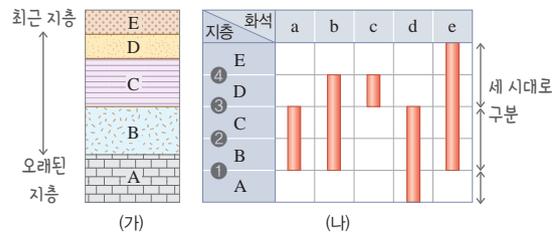
나. (가) 지역은 지층 A에서 화폐석 화석이 발견되었으므로 지층 A가 퇴적될 당시 바다 환경이었고, (나) 지역은 지층 C에서 공룡 화석이 발견되었으므로 지층 C가 퇴적될 당시 육지 환경이었다.

다. 지층 B와 D에서 고생대 표준 화석인 삼엽충 화석이 발견되었으므로 두 지층 모두 고생대에 퇴적되었다.

라. (나) 지역에서 지층 D는 바다 환경이었고 지층 C는 육지 환경이었으므로 이 지역은 지층 C와 D 사이에 수면 위로 융기된 적이 있다.

**바로알기** ㄱ. 지층 A에서 신생대 표준 화석인 화폐석 화석이 발견되었으므로 지층 A는 신생대에 퇴적되었다.

**08** **품공 문제 분석**



- ① A와 B의 경계: 화석 a, b, e가 새롭게 발견되었다.
- ② B와 C의 경계: 새롭게 발견되거나 더 이상 발견되지 않은 화석이 없다.
- ③ C와 D의 경계: 화석 c가 새롭게 발견되었고, 화석 a, d가 더 이상 발견되지 않았다.
- ④ D와 E의 경계: 화석 b, c가 더 이상 발견되지 않았다.

다. 지층 A와 B의 경계에서 생물 a, b, e가 출현하였다. 지층 C와 D의 경계에서는 생물 a, d가 멸종하였고, c가 출현하였다. 따라서 지층 A와 B, C와 D 사이에서 화석의 변화가 급격하게 나타나므로 두 경계가 지질 시대 경계로 적합하다.

**바로알기** ㄱ. 생존 기간만을 고려하면 표준 화석으로 가장 적합한 화석은 생존 기간이 가장 짧고, 현재는 멸종한 상태인 c이다.

나. 생존 기간만을 고려하면 시상 화석으로 가장 적합한 화석은 생존 기간이 가장 길고, 최근 지층에서도 발견되는 e이다.

**09** ① 선캄브리아 시대에는 생물의 개체 수가 적었고, 생물체에 단단한 골격이 없었으며, 화석이 되어도 오랜 시간 동안 많은 지각 변동과 풍화 작용을 받았기 때문에 화석이 적게 발견된다.

② 선캄브리아 시대는 약 46억 년 전 지구가 탄생한 후부터 고생대가 시작될 약 5억4천1백만 년 전까지이다. 따라서 지질 시대 중 상대적 길이가 가장 길다.

③ 선캄브리아 시대에 바다에서 최초의 생명체가 출현하였다.

④ 선캄브리아 시대 초기에는 대기 중에 산소가 없었고 오존층이 없어 자외선을 차단하지 못하였다. 따라서 태양의 자외선이 지표에 강하게 도달하였기 때문에 육지에서 생물이 출현할 수 없었다.

**바로알기** ⑤ 선캄브리아 시대에 바다에서 광합성을 하는 남세균이 출현하였고, 남세균이 쌓여 스트로마톨라이트를 형성하였다. 따라서 스트로마톨라이트는 바다 환경에서 형성된다.

10 ③ 고생대에 오존층이 두껍게 형성되면서 지표에 도달하는 자외선을 차단하여 생물이 육지로 진출할 수 있었다.

**바로알기** ① 동물(척추동물)은 어류 → 양서류 → 파충류 → 조류와 포유류로 진화하였다. 포유류는 중생대에 출현하여 신생대에 번성하였다.

② 다세포 생물은 선캄브리아 시대 후기에 출현하였다.

④ 고생대에는 삼엽충, 방추충을 포함한 무척추동물, 어류, 양서류, 곤충류, 양치식물 등이 번성했다. 파충류와 겉씨식물이 번성했던 시대는 중생대이다.

⑤ 고생대의 대표적인 화석으로 삼엽충, 갑주어, 방추충 등이 있다. 공룡과 암모나이트는 중생대의 대표적인 화석이다.

11 **꼼꼼 문제 분석**



지질 시대의 대부분을 선캄브리아 시대가 차지하며, 신생대로 갈수록 지질 시대의 길이가 짧다. → A는 지질 시대 중 길이가 상대적으로 가장 짧은 신생대이다.

③ 신생대에는 참나무, 단풍나무 등의 속씨식물과 매머드 등의 포유류가 번성하였다.

**바로알기** ① 신생대에는 육지와 바다에서 모두 생물이 서식하였다. 생물이 바다에서만 살았던 시대는 선캄브리아 시대이다.

② 어류 및 양서류가 번성한 시대는 고생대이다.

④ 신생대는 기간이 짧지만, 화석이 많이 발견된다.

⑤ 초기에 해양 생물의 수가 폭발적으로 증가한 시대는 고생대이다. 고생대에는 바다와 대기 중 산소 농도가 증가했기 때문에 초기에 해양 생물의 수가 폭발적으로 증가하였다.

12 (가)는 중생대, (나)는 고생대, (다)는 신생대, (라)는 선캄브리아 시대의 생물에 대한 설명이다. 따라서 오래된 시대부터 순서대로 나열하면 (라) → (나) → (가) → (다)이다.

13 (가)는 신생대 바다에서, (나)는 중생대 바다에서, (다)는 고생대 바다에서 서식하였던 생물의 화석이다.

① (가)는 신생대, (나)는 중생대, (다)는 고생대에 번성하였으므로 (다) → (나) → (가) 순으로 번성하였다.

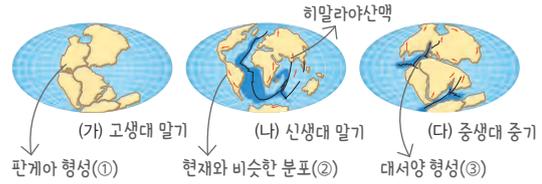
② (가) 화폐석은 신생대에 번성하였고, 신생대 후기에는 빙하기와 간빙기가 여러 번 반복되어 나타났다.

④ (다) 갑주어가 번성한 지질 시대는 고생대로, 이 시대에는 양치식물이 번성하여 대규모 석탄층이 형성되었다.

⑤ (가)~(다)는 모두 바다에서 서식하였던 생물이므로 바다에서 퇴적된 지층에서 발견된다.

**바로알기** ③ 고생대에 오존층이 자외선을 차단하여 생물이 육상으로 진출하였으므로 (나) 암모나이트가 번성한 중생대에는 오존층이 있었다.

14 **꼼꼼 문제 분석**



⑤ (가)보다 (나)가 해안선의 길이가 길어 얕은 바다의 면적이 넓으므로 해양 생물의 수가 더 많았을 것이다.

**바로알기** ④ 히말라야산맥은 (나) 신생대에 인도 대륙과 유라시아 대륙이 충돌하면서 형성되었다.

15 **꼼꼼 문제 분석**

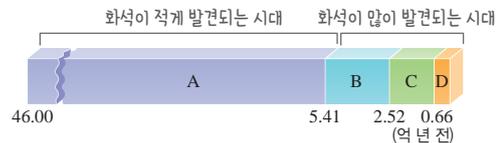


ㄱ. 양치식물이 번성한 시기는 (가) 고생대이다.

ㄴ. (가) 고생대 말에 대륙들이 하나로 합쳐져서 판게아가 형성되었고, (다) 중생대에 판게아가 분리되기 시작하였다.

**바로알기** ㄷ. (나) 신생대 전기에는 대체로 온난하였지만, 후기에 빙하기와 간빙기가 여러 번 반복되었다. 빙하기 없이 전반적으로 온난했던 시기는 (다) 중생대이다.

16 **꼼꼼 문제 분석**



- 선캄브리아 시대(A) → 남세균 출현
- 고생대(B) → 오존층 형성, 양치식물 번성, 판게아 형성
- 중생대(C) → 겉씨식물 번성, 판게아 분리
- 신생대(D) → 속씨식물 번성, 현재와 비슷한 수륙 분포

② B 시대(고생대) 말기에 모든 대륙이 모여 판게아를 형성하였다.

**바로알기** ① A 시대(선캄브리아 시대)에 바다에서 살던 남세균의 광합성에 의해 대기 중에 산소가 축적되기 시작하였다.

③ 속씨식물은 중생대 말기에 출현하여 D 시대(신생대)에 번성하였다. C 시대(중생대)에는 겉씨식물이 번성하였다.

④ 오존층이 자외선을 차단하여 생물이 바다에서 육지로 진출한 것은 B 시대(고생대)이다.

⑤ 화석이 가장 드물게 발견되는 시대는 A(선캄브리아 시대)이다.

17 ② 5차 대멸종은 중생대 말기의 대멸종이며, 중생대 말기의 대멸종을 설명하는 여러 가설 중 하나가 소행성 충돌설이다.

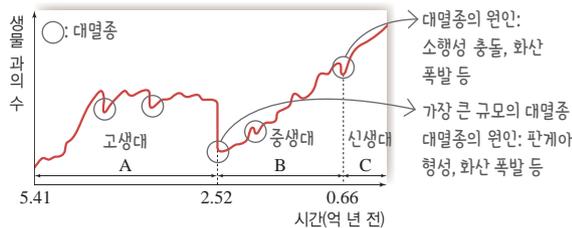
**바로알기** ① 가장 큰 대멸종은 고생대 말기에 일어났다.

③ 대멸종 이후에는 살아남은 종과 새롭게 등장한 종이 생태계의 새로운 지배자로 등장한다. 따라서 대멸종 이전에 번성했던 생물 종이 대멸종 이후에도 다시 번성한 사례는 거의 없다.

④ 대멸종은 지구상에서 거의 동시대에 많은 생물종이 한꺼번에 멸종하는 것을 말한다. 따라서 지질 시대 전체 시간과 비교하여 보았을 때 매우 짧은 기간에 걸쳐 일어났다.

⑤ 대멸종 이후 살아남은 생물이 번성하거나 다양한 종으로 진화하여 번성하면서 생물 다양성은 유지되었다.

### 18 꼼꼼 문제 분석



④ 신생대(C)에 생물 과의 수가 가장 많으므로 생물의 다양성이 가장 높았다.

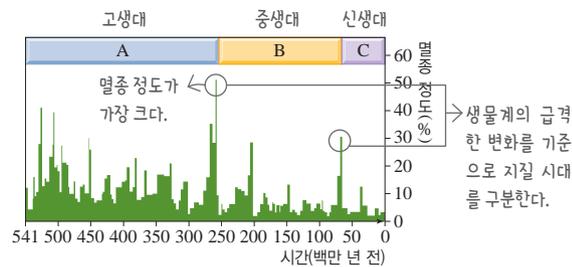
**바로알기** ① A 시대는 5억4천1백만 년 전부터 2억5천2백만 년 전까지이므로 고생대이다. 신생대는 6천6백만 년 전부터이므로 C 시대이다.

② 고생대(A) 말기에 삼엽충, 방추충 등이 멸종하였다. 암모나이트는 중생대(B) 말기에 멸종하였다.

③ 중생대(B) 말기에는 소행성 충돌, 화산 폭발 등의 원인으로 대멸종이 일어났다. 판게아가 형성되어 대멸종이 일어난 시기는 고생대(A) 말기이다.

⑤ 지질 시대 동안 대멸종은 총 5번 일어났다.

### 19 꼼꼼 문제 분석



ㄱ. 지질 시대는 생물계의 급격한 변화를 기준으로 구분한다. 따라서 생물이 대규모로 멸종한 시기가 지질 시대의 경계가 된다.

**바로알기** ㄴ. 멸종의 규모가 가장 큰 시기는 고생대(A) 말기이다. ㄷ. 생물의 멸종 비율은 고생대 말기에 가장 높았으며, 중생대 말기의 멸종 비율이 고생대 말기보다 낮은 것으로 보아 최근으로 올수록 생물의 멸종 비율이 증가한다고 볼 수 없다.

20 (1) 암모나이트 화석은 중생대 표준 화석이고, 산호는 따뜻하고 수심이 얇은 바다에서 서식했던 생물이다.

**모범 답안** (1) 중생대, 따뜻하고 수심이 얇은 바다 환경이었다.

(2) 암모나이트나 산호와 같이 바다에 살았던 생물의 화석이 바다 밑에서 만들어진 이후 지층이 수면 위로 융기했기 때문에 육지에서 발견된다.

채점 기준	배점
(1) 지층이 퇴적된 지질 시대와 생성 환경을 옳게 서술한 경우	50 %
지질 시대나 생성 환경 중 한 가지만 옳게 서술한 경우	25 %
(2) 지층의 융기를 포함하여 옳게 서술한 경우	50 %

21 **모범 답안** 선캄브리아 시대의 생물은 개체 수가 적었고, 생물체에 단단한 부분이 없었으며, 화석이 되었어도 오랜 시간 동안 지각 변동을 많이 받아 남아 있기 어렵기 때문에 선캄브리아 시대는 발견되는 화석이 적다.

채점 기준	배점
적은 생물의 개체 수, 단단한 부분이 없음, 많은 지각 변동 중 두 가지를 옳게 서술한 경우	100 %
한 가지만 옳게 서술한 경우	50 %

22 선캄브리아 시대 초기에는 대기 중에 산소가 없었고, 강한 자외선으로 인해 생물의 활동 영역은 물속으로 제한되었다. 이후 바다에서 광합성을 하는 남세균이 출현하여 바다와 대기 중 산소량이 점차 증가하였고 고생대에 육지에도 생물이 출현하였다.

**모범 답안** (가) 선캄브리아 시대 초기에는 대기 중 산소가 없어 오존층이 형성되지 못하였다. 따라서 지표에 강한 자외선이 도달했기 때문에 육지에서 생물이 출현할 수 없었고, 자외선이 차단되는 바다에서 생물이 출현하였다. (나) 고생대에는 바다와 대기 중의 산소 농도가 증가하였기 때문에 생물종의 수가 급격히 증가하였다.

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

23 **모범 답안** (1) 삼엽충: 고생대 말기, 공룡: 중생대 말기

(2) 급격하게 변한 지구 환경에 적응하지 못한 생물은 멸종하지만, 새로운 환경에 적응한 생물은 다양한 종으로 진화하면서 생태 공간을 채우기 때문에 생물 다양성이 유지된다.

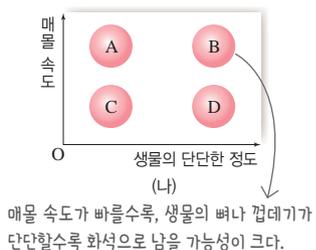
채점 기준	배점
(1) 삼엽충과 공룡의 멸종 시기를 모두 옳게 쓴 경우	40 %
한 가지의 멸종 시기만 옳게 쓴 경우	20 %
(2) 멸종, 적응, 진화를 모두 포함하여 옳게 서술한 경우	60 %
두 가지 단어만 포함하여 옳게 서술한 경우	30 %

01 ① 02 ② 03 ④ 04 ③

01 품공 문제 분석



(가) 삼엽충 고생대 표준 화석



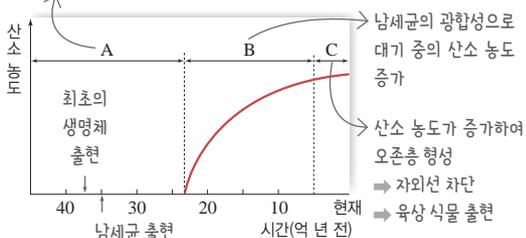
ㄱ. (가)는 삼엽충 화석으로, 삼엽충은 고생대에 번성하였다.

**바로알기** ㄴ. 생물의 뼈나 껍데기 같은 단단한 부분이 빠르게 매몰되어야 생물체의 유해가 훼손되지 않고 화석으로 남을 가능성이 크다. 따라서 화석은 B 조건에서 가장 잘 만들어진다.

ㄷ. 삼엽충 화석은 고생대의, 매머드 화석은 신생대의 표준 화석이므로 삼엽충이 발견된 지층에서 매머드 화석이 발견될 수 없다.

02 품공 문제 분석

산소가 없다. → 오존층이 없다. → 자외선이 지표에 도달한다.  
 → 자외선이 차단되는 바다 속에서 최초의 생명체가 등장하였다.



② A 시기에는 산소가 없었으므로 오존층이 형성되지 않아 자외선이 지표에 강하게 내리쬐고 있었다. 따라서 최초의 생명체는 자외선으로부터 보호받을 수 있는 바다 속에서 탄생하였을 것이다.

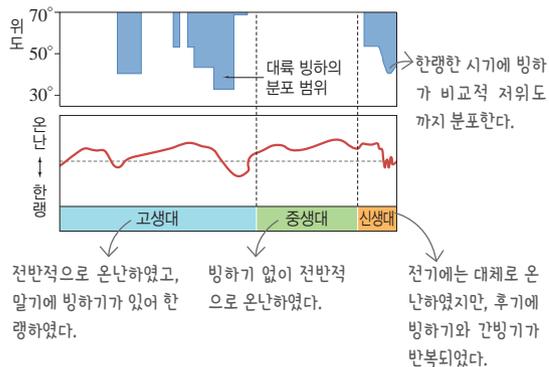
**바로알기** ① 지구에서 남세균이 출현한 시기는 약 35억 년 전이므로, A 시기에는 지구에 생명체가 존재했다.

③ A 시기에 광합성을 하는 남세균이 출현하여 B 시기에 대기 중 산소 농도가 점점 증가하였다. 육상 식물은 오존층이 형성되어 자외선이 차단되는 C 시기에 출현하였다.

④ C 시기에는 산소 농도가 현재와 비슷하므로 오늘날과 같은 오존층이 형성되었을 것으로 추정된다. 따라서 지표에 도달하는 자외선의 양은 A 시기보다 C 시기에 적었을 것이다.

⑤ C 시기에는 자외선이 차단되어 육상 생물이 출현할 수 있었다. 따라서 A 시기에 수권으로만 제한되었던 생물권의 분포 범위는 C 시기에 지권과 기권으로까지 확대되었다.

03 품공 문제 분석

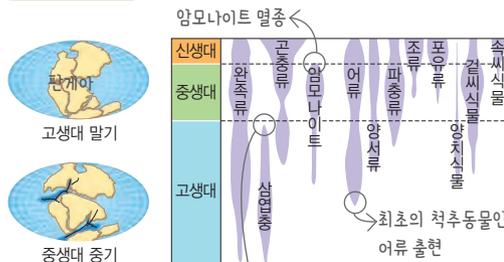


ㄴ. 중생대는 대륙 빙하가 위도 70°보다 저위도인 지역에는 분포하지 않았으므로 빙하가 없었고, 전반적으로 온난한 기후였다.

ㄷ. 신생대 후기에는 중생대보다 평균적으로 기후가 한랭했으며, 비교적 저위도까지 대륙 빙하가 분포하였다. 따라서 신생대 후기에는 중생대보다 해수가 대륙 빙하로 존재하는 양이 많았기 때문에 중생대에 비해 평균 해수면이 낮았을 것이다.

**바로알기** ㄱ. 고생대 초기에는 비교적 온난하였지만, 고생대 말기에는 대륙 빙하가 비교적 저위도까지 분포한 것으로 보아 빙하가 있었고 한랭하였다.

04 품공 문제 분석



(가) 판게아가 분리되면서 해안선의 길이가 증가한다.

ㄱ. 해양 생물의 주요 서식지인 얇은 바다의 면적은 해안선의 길이가 길어질수록 넓어진다. 고생대 말기보다 중생대 중기에 대륙이 분리되어 해안선의 길이가 증가했으므로 해양 생물의 서식지는 고생대 말기보다 중생대 중기에 더 넓어졌다.

ㄷ. 고생대 말기에 삼엽충을 비롯한 생물의 대멸종이 일어났다. 판게아가 형성되면(대륙이 합쳐질 때), 해양 생물의 주요 서식지인 얇은 바다의 면적이 줄어들고, 기후대가 단순해져 생물의 수가 감소한다. 따라서 고생대 말기에 나타난 생물계의 큰 변화(대멸종)는 판게아의 형성과 관련이 있다.

**바로알기** ㄴ. 최초의 척추동물인 어류는 고생대에 출현하였다. 중생대에는 조류와 포유류가 출현하였다.



## 자연 선택과 생물의 진화

### 개념 확인 문제

265쪽

1 진화 2 변이 3 자연 선택

1 (1) ○ (2) × (3) × (4) × (5) ×      2 자연 선택설, 다윈  
3 (다) → (가) → (라) → (나)      4 (1) × (2) ○ (3) ○

- 1 (1) 진화는 오랜 시간에 걸친 생물의 변화이다.  
 (2) 진화의 결과 오늘날과 같이 지구의 생물종이 다양해졌다.  
 (3) 변이는 진화의 원동력이므로 변이가 없는 집단에서는 진화가 일어나지 않는다.  
 (4) 같은 종의 개체들이라도 형질이 조금씩 다른 변이가 있어 환경에 적응하는 능력이 다르다.  
 (5) 자연 선택은 환경 변화에 따라 생존에 유리한 형질을 가진 개체가 생존하여 자신의 형질을 자손에게 전달함으로써 일어난다.

2 다윈은 개체 사이에 변이가 있고 생존 경쟁이 일어나 환경에 잘 적응한 개체가 살아남아 자연 선택됨으로써 생물이 진화한다는 자연 선택설을 주장하였다.

3 다윈의 자연 선택설에 따르면 과잉 생산된 개체들 사이에는 형질이 다른 변이(다)가 있고, 이들 사이에서 먹이나 서식 공간 등을 두고 생존 경쟁(가)이 일어난다. 이때 주어진 환경에서 생존에 유리한 형질을 가진 개체가 살아남아 더 많은 자손을 남기고(라), 이러한 과정이 오랫동안 누적되어 생물의 진화(나)가 일어난다.

- 4 (1) 다윈의 진화론이 발표되던 당시의 사람들은 생물종이 변하지 않는다고 믿었으나, 다윈의 진화론이 발표된 이후 생물종이 변할 수 있다는 생각을 가지게 되었다.  
 (2) 다윈의 진화론은 개인 또는 기업 간의 경쟁을 기본으로 하는 자본주의의 발달을 촉진하였다.  
 (3) 사회진화론에서는 사회나 국가 간의 관계에 생존 경쟁과 적자 생존을 도입하여 인간 또는 국가 간의 불평등은 자연스러운 것이라 주장하였다.

### 개념 확인 문제

269쪽

1 변이 2 유전적 3 돌연변이 4 자연 선택

1 변이      2 (1) 유 (2) 유 (3) 비 (4) 유 (5) 비      3 ㄱ, ㄷ  
4 (1) ○ (2) ○ (3) ○      5 (1) ○ (2) × (3) ○ (4) ×

1 같은 종의 개체들 사이에서 나타나는 형질의 차이를 변이라고 한다. 앵무의 깃털 색이 다양한 것은 변이의 예이다.

2 (1), (2) 유전적 변이는 개체가 가진 유전자의 차이에 의해 나타나므로 형질이 자손에게 유전된다. 따라서 진화가 일어나는 원동력이 된다.

(3) 환경의 영향으로 나타나는 비유전적 변이는 자손에게 유전되지 않으므로 진화에 영향을 주지 않는다.

(4) 유럽정원달팽이의 껍데기 무늬와 색깔이 개체마다 다른 것은 유전자의 차이에 의한 것이다.

(5) 운동으로 단련된 팔의 근육은 후천적인 영향으로 나타난 것이므로 자손에게 유전되지 않는 비유전적 변이의 예이다.

3 ㄱ, ㄷ. 유전적 변이는 오랫동안 축적된 돌연변이와 유성 생식 과정에서 생식세포의 다양한 유전자 조합으로 발생한다.

4 (1) 돌연변이는 유전자가 변하여 부모에게 없던 형질이 자손에게 나타나는 것으로, 집단에 없던 새로운 변이를 만든다.

(2) 같은 변이라도 어떤 환경에서는 생존에 유리하게 작용하지만, 다른 환경에서는 생존에 불리하게 작용한다. 따라서 환경이 변하면 생존에 유리한 형질이 달라질 수 있으므로 자연 선택의 방향이 달라질 수 있다.

(3) 주어진 환경에 적응하여 살아남는 데 유리한 변이를 가진 개체가 살아남아 자손을 남기게 되고, 이러한 자연 선택 과정이 오랫동안 반복되면 집단 내 각 변이의 비율이 달라지면서 진화가 일어난다.

5 (1) ㉠은 항생제 내성이 없는 세균, ㉡은 항생제 내성 세균이다. ㉠과 ㉡의 형질은 자손에게 전달되므로 유전자의 차이로 나타나는 유전적 변이이다.

(2) 항생제를 사용하기 전에도 이미 변이가 있었다.

(3) 항생제를 지속적으로 사용하는 환경에서 ㉡과 같은 형질을 갖는 개체들의 비율이 증가하였으므로, 항생제에 내성이 있는 ㉡이 자연 선택되었다.

(4) ㉠과 ㉡의 차이는 유전자의 차이에 의한 것이므로 항생제를 사용하지 않더라도 ㉡이 ㉠으로 바뀌지는 않는다.

### 내신 안정 문제

270~272쪽

01 C      02 ㉢      03 (다) → (가) → (라) → (나)      04 ㉤  
 05 ㉤      06 ㉤      07 ㉠      08 ㉣      09 ㉡      10 ㉤  
 11 ㉢      12 ㉣      13 해설 참조      14 해설 참조      15 해설 참조

**01** C: 진화는 오랜 시간에 걸친 생물의 변화이며, 이 과정에서 생물들의 유전적 구성이 변하고 종이 다양해진다.

**바로알기 A:** 같은 종의 개체들 사이에서 나타나는 형질의 차이를 변이라고 한다.

**B:** 생물의 진화는 일반적으로 오랜 시간에 걸쳐 여러 세대를 거치는 동안 일어난다.

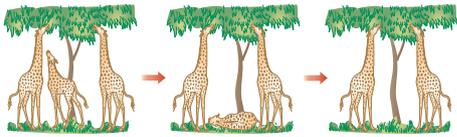
**02** ㄱ. ㉠은 변이, ㉡은 자연 선택이다. 변이는 같은 종의 개체들 사이에서 나타나는 형질의 차이이다.

ㄴ. 자연 선택설에 의하면 생물은 주어진 환경에서 살아남을 수 있는 것보다 많은 수의 자손을 낳기 때문에 먹이와 서식 공간을 두고 생존 경쟁이 일어난다.

**바로알기 ㄷ.** ㉠은 생존에 유리한 형질을 가진 개체들이 살아남아 자손을 더 많이 남기는 자연 선택으로, 우수한 형질을 가진 개체들이 자손을 더 많이 남기는 것은 아니다.

**03** (가)는 생존 경쟁, (나)는 진화, (다)는 과잉 생산과 변이, (라)는 자연 선택이다. 자연 선택설에 따른 생물의 진화 과정은 '과잉 생산과 변이(가) → 생존 경쟁(가) → 자연 선택(라) → 진화(나)'이다.

**04** **꼼꼼 문제 분석**



(가) 많은 수의 기린이 태어났고, 기린의 목 길이는 다양하였다.  
 (나) 생존에 유리한 목이 긴 기린이 살아남아 자손을 남겼다.  
 (다) 이 과정이 오랫동안 반복되어 기린의 목이 지금처럼 길어졌다.

ㄱ. (가)는 서식할 수 있는 것보다 많은 수의 자손이 태어났고, 이들 사이에 목 길이가 다양한 변이가 있는 것을 나타낸다.

ㄴ. (나)는 변이를 가진 개체들 사이에서 생존 경쟁이 일어나고 목이 긴 기린이 자연 선택되는 것을 나타낸다.

ㄷ. (다)는 목이 긴 기린이 자연 선택되는 과정이 오랫동안 반복되어 지금처럼 기린의 목이 길어졌음을 나타낸다.

**05** ⑤ 다윈은 생존에 유리한 형질을 가진 개체들이 살아남아 자손을 더 많이 남기는 자연 선택이 생물 진화의 핵심 원리라고 설명하였다.

**바로알기 ①, ②** 다윈이 자연 선택설을 발표하던 당시에는 유전의 원리가 알려지지 않았기 때문에 변이의 원인과 부모의 형질이 자손에게 유전되는 원리를 명확하게 설명하지 못하였다.

③ 많이 사용하는 기관이 발달하여 자손에게 유전된다고 설명하는 진화설은 라마르크의 용불용설이다.

④ 개체들의 생존력은 환경에 적응하기 유리한 형질이 있는지에 의해 결정되는 것이지 특정 형질을 획득하는 것에 있지 않다.

**06** ㄱ. 다윈의 진화론이 발표되기 전까지는 생물은 변하지 않는다고 생각하였으나, 다윈의 진화론이 발표된 이후 생물은 자연 선택을 통해 진화한다고 생각하게 되었다. 이는 진화의 관점에서 생물의 유연관계를 파악하는 등 생명 과학의 이론적 기반을 제시한 것이다.

ㄴ. 다윈의 진화론은 생산성을 높이는 방향으로 산업 구조를 변화시키는 데 아이디어를 제공하였으며, 경쟁을 바탕으로 하는 자본주의의 발달에 영향을 주었다.

ㄷ. 다윈의 자연 선택설은 사회나 국가 사이에도 생존 경쟁이 일어난다고 가장 적합한 것이 살아남게 되므로, 인간 또는 국가 간의 불평등은 자연스러운 일이라고 주장하는 사회진화론에 영향을 주었고, 인종 차별이나 식민 지배의 정당화에 악용되었다.

**07** **꼼꼼 문제 분석**



(가) 유전적 변이

모두 같은 종이지만 개체가 가진 유전자가 달라 형질이 다르게 나타난다. → 형질이 자손에게 유전된다.



(나) 비유전적 변이

어릴 적부터 여러 개의 링을 목에 걸고 생활한 결과 목이 길어졌다. → 후천적으로 나타난 형질이므로 형질이 자손에게 유전되지 않는다.

ㄱ. (가)는 시클리드의 색 변이로 자손에게 유전되는 유전적 변이이다. 변이는 같은 종에 속한 개체들 사이에서 나타나는 형질의 차이이므로, (가)의 시클리드는 모두 같은 종에 속한다.

**바로알기 ㄴ.** (나)는 목에 링을 끼워서 생활한 결과 목이 길어진 것으로, 비유전적 변이이다. 따라서 개체가 가진 유전자와는 관련이 없어 형질이 자손에게 유전되지 않는다.

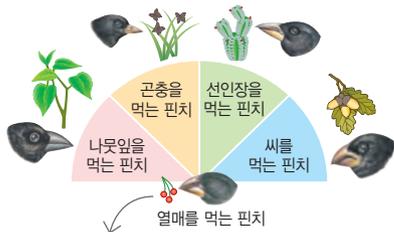
ㄷ. (가)와 같이 자손에게 유전되는 변이는 진화에 영향을 주지만, (나)와 같이 자손에게 유전되지 않는 변이는 진화에 영향을 주지 않는다.

**08** ㄴ. 붉은색 딱정벌레 무리에서 새롭게 초록색 딱정벌레가 나타나고, 이 형질이 자손에게 전달되었으므로 초록색 딱정벌레(㉠)는 돌연변이로 생긴 것이다.

ㄷ. 딱정벌레의 몸 색은 자손에게 전달되므로 유전자에 의해 나타나는 형질이며, 형질이 자손에게 유전되는 유전적 변이이다.

**바로알기 ㄱ.** 붉은색 딱정벌레들(㉡)이 몸 색의 붉은색 정도가 개체마다 다른 것은 개체들이 가진 유전자의 차이로 나타나는 변이이다.

09 **꼼꼼 문제 분석**



갈라파고스 제도의 각 섬에 서식하는 핀치는 모두 남아메리카 대륙에 살던 핀치에서 분화된 종이다.

섬마다 먹이 환경이 달랐고 각 섬에 풍부한 먹이를 잘 먹을 수 있는 부리 모양을 가진 핀치가 자연 선택되었다. 오랜 시간 동안 이러한 변이가 누적되어 다른 종으로 진화하였다.

ㄴ. 갈라파고스 제도의 각 섬에 서식하는 여러 종의 핀치는 각 섬의 풍부한 먹이 환경에 적합한 것이 자연 선택되어 나타난 결과이다.

**바로알기** ㄱ. 자주 사용하여 후천적으로 획득한 형질은 자손에게 유전되지 않는다.

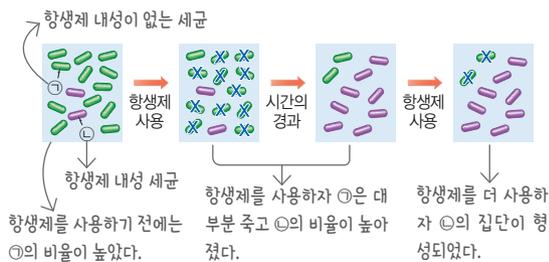
ㄷ. 각 섬에 사는 핀치는 모두 같은 종에서 유래된 것으로 여겨진다.

10 ㄴ. 낫 모양 적혈구는 심한 빈혈을 유발하므로 일반적으로는 생존에 불리하다. 그러나 말라리아가 많이 발생하는 지역에서는 생존에 유리하여 자연 선택되었다.

ㄷ. 말라리아를 유발하는 말라리아 원충은 적혈구에 기생하여 증식하는데, 낫 모양 적혈구에서는 증식이 어렵다. 이 때문에 낫 모양 적혈구 유전자를 가진 사람은 말라리아에 저항성을 가지며, 말라리아가 많이 발생하는 지역에서 자연 선택되었다.

**바로알기** ㄱ. 낫 모양 적혈구는 헤모글로빈 유전자에 이상이 생겨 나타나며, 이러한 유전자 변이는 자손에게 유전된다.

11 **꼼꼼 문제 분석**

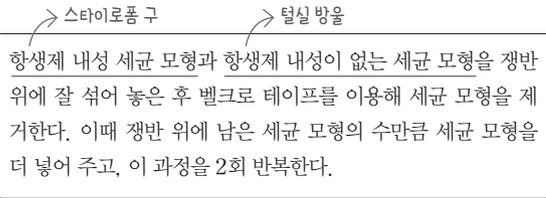


ㄷ. 항생제를 사용하는 환경에서는 ㉠보다 ㉡이 생존에 유리하여 자연 선택되었다.

**바로알기** ㄱ. 항생제를 사용하는 환경에서 ㉠은 대부분 죽고 ㉡이 살아남은 것으로 보아 ㉡이 항생제 내성 세균이라는 것을 알 수 있다.

ㄴ. 항생제 내성 형질은 유전적 변이이므로 항생제 내성 형질은 세균이 번식하는 과정에서 자손에게 유전된다.

12 **꼼꼼 문제 분석**



- 벨크로 테이프는 항생제에 해당하며, 세균 모양을 제거하는 것은 항생제에 의해 세균이 제거되는 것을 의미한다.
- 항생제 내성이 없는 세균 모양은 벨크로 테이프에 잘 붙는 재질을 사용하고, 항생제 내성 세균 모양은 벨크로 테이프에 잘 붙지 않는 재질을 사용한다.
- 남은 세균 모양의 수만큼 세균 모양을 더 넣어 주는 것은 세균의 증식을 의미한다.

ㄴ. 벨크로 테이프로 세균 모양을 제거한 후 쟁반 위에 남은 세균 모양은 항생제에 의해 항생제 내성 세균이 자연 선택되는 것에 비유할 수 있다.

ㄷ. 실험이 진행될수록 항생제 내성 세균 모양의 비율이 높아지는데 이것은 지속적인 항생제의 사용으로 항생제 내성 세균의 비율이 점차 높아져 항생제 내성 세균 집단이 형성되는 것에 해당한다.

**바로알기** ㄱ. 항생제 내성 세균은 항생제에 의해 쉽게 제거되지 않으므로 항생제 내성 세균 모양은 벨크로 테이프(항생제)에 잘 달라붙지 않아야 한다.

13 다윈의 자연 선택설은 생물의 진화를 '과잉 생산과 변이 → 생존 경쟁 → 자연 선택 → 진화'의 과정으로 설명한다.

**모범 답안** 주어진 환경에서 살아남을 수 있는 것보다 많은 수의 기린이 태어났고, 목 길이가 다양한 변이가 있었다. 먹이를 두고 생존 경쟁을 한 결과 생존에 유리한 목이 긴 기린이 자연 선택되었고, 이 과정이 오랫동안 누적되어 기린의 목이 지금처럼 길어졌다.

채점 기준	배점
제시된 단어를 모두 사용하여 옳게 서술한 경우	100 %
제시된 단어 중 두 개만 사용하여 옳게 서술한 경우	50 %
제시된 단어 중 한 개만 사용하여 옳게 서술한 경우	20 %

14 항생제 내성이 없는 세균 집단에서 돌연변이가 일어나 항생제 내성 유전자를 갖는 세균이 나타났다. 항생제를 지속적으로 사용하는 환경에서는 항생제 내성이 없는 세균이 사라지고 항생제 내성 세균이 자연 선택되어 항생제 내성 세균 집단이 형성된다.

**모범 답안** (1) (가) → (다) → (나) → (라) (2) 돌연변이  
 (3) 항생제를 지속적으로 사용하는 환경 변화가 있었다.

채점 기준	배점
(1) 순서대로 옳게 쓴 경우	30 %
(2) 돌연변이라고 쓴 경우	20 %
(3) 항생제를 지속적으로 사용했다고 옳게 서술한 경우	50 %
	항생제를 사용했다고만 서술한 경우

**15** 살충제를 지속적으로 사용하는 환경에서 살충제 내성 모기가 자연 선택되어 점차 집단 내 살충제 내성 모기의 비율이 높아지게 되었다.

**모범 답안** 살충제를 살포하기 전에는 살충제 내성이 없는 모기가 대부분이었고, 살충제 내성 모기가 일부 있었다. 살충제를 살포하자 살충제 내성이 없는 모기는 대부분 죽고, 살충제 내성 모기가 살아남아 더 많은 자손을 남기게 되었다. 살충제를 지속적으로 살포하는 환경에서 이러한 자연 선택 과정이 반복되어 집단 내에 살충제 내성 모기의 비율이 크게 높아졌다.

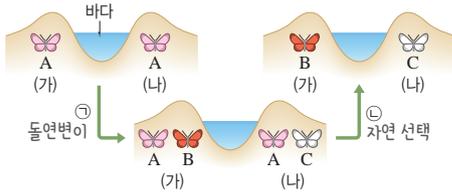
채점 기준	배점
변이와 자연 선택으로 진화 과정을 옳게 서술한 경우	100 %
변이와 자연 선택 중 하나만 사용하여 진화 과정을 옳게 서술한 경우	50 %

## 실력 UP 문제

273쪽

01 ② 02 ③ 03 ④ 04 ④

### 01 품공 문제 분석



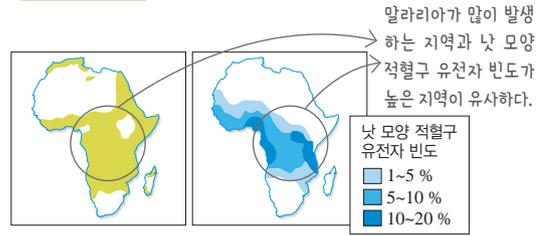
- A, B, C는 유전적 변이를 나타낸다.
- (가)에서는 돌연변이로 B가 나타났으며, B가 자연 선택되었다.
- (나)에서는 돌연변이로 C가 나타났으며, C가 자연 선택되었다.

ㄴ. (가)에서는 A가 도태되고 B가 자연 선택되었으므로 A보다 B의 생존율이 높았다.

**바로알기** ㄱ. 날개 형질이 A만 있던 나비 집단에서 돌연변이(㉠)가 일어나 새로운 날개 형질을 가진 B와 C가 나타났으므로 ㉠에 의해 나비 집단의 변이가 증가하였다. 그런데 자연 선택(㉡) 과정에서 (가)와 (나) 지역에서 모두 A가 도태되고 B와 C만 남았으므로 ㉡에 의해 나비 집단의 변이가 감소하였다.

ㄷ. C는 유전자에 돌연변이가 일어나 새로운 형질이 나타난 것이므로 A와 C는 유전적으로 서로 다르다.

### 02 품공 문제 분석

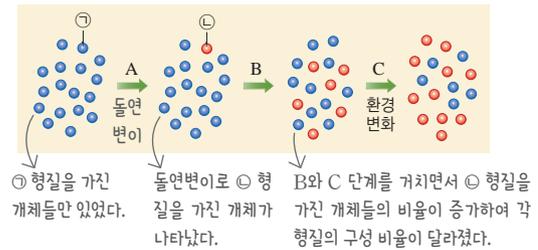


(가) 말라리아가 많이 발생하는 지역 (나) 낫 모양 적혈구 유전자 빈도

말라리아가 많이 발생하는 지역에서 낫 모양 적혈구 유전자 빈도가 높다. → 말라리아가 낫 모양 적혈구를 가진 사람의 생존에 유리하게 작용한다.

ㄱ. 제시된 자료에서 말라리아가 많이 발생하는 지역에서는 낫 모양 적혈구 유전자 빈도가 그렇지 않은 지역보다 높게 나타난다.  
 ㄴ. 말라리아가 많이 발생하는 지역과 낫 모양 적혈구 유전자 빈도가 높은 지역이 유사한 것을 통해 말라리아가 낫 모양 적혈구 유전자를 가진 사람의 생존에 유리하게 작용하였다는 것을 알 수 있다.  
**바로알기** ㄷ. 낫 모양 적혈구 유전자는 일반적인 환경에서는 심한 빈혈을 일으켜 생존에 불리하지만, 말라리아가 많이 발생하는 환경에서는 말라리아에 저항성이 있어서 생존에 유리하게 작용하여 자연 선택된다.

### 03 품공 문제 분석



ㄱ. A 과정에서 돌연변이가 일어나 ㉢ 형질을 가진 개체가 나타났다.  
 ㄴ. B 과정에서 ㉢ 형질 개체들이 증가한 것은 ㉢ 형질 개체들이 번식하면서 ㉢ 형질이 자손에게 유전되었기 때문이다.

**바로알기** ㄷ. C 과정을 거치면서 ㉢ 형질 개체들의 비율이 더 증가하였으므로 ㉢ 형질을 가진 개체들의 생존에 유리하도록 환경이 변하였음을 알 수 있다.

**04** ㄱ, ㄴ. 가뭄 전에도 핀치 부리가 큰 것과 작은 것의 변이가 있었다. 가뭄으로 작고 연한 씨앗보다 크고 딱딱한 씨앗이 많아짐에 따라 이를 먹기에 적합한 부리가 큰 핀치가 생존에 유리하여 자연 선택되었고, 시간이 지남에 따라 집단에서 부리가 큰 핀치의 비율이 증가하여 핀치 부리의 평균 크기도 증가하였다.

**바로알기** ㄷ. 가뭄으로 먹이인 씨앗의 총 수가 줄어들어 핀치의 전체 개체 수는 크게 감소하였다.

# 3 생물 다양성의 중요성과 보전 방안

## 개념 확인 문제

277쪽

- ① 생물 다양성    ② 유전적    ③ 종    ④ 생태계    ⑤ 높  
⑥ 생물 자원

1 (가) 생태계 다양성 (나) 종 다양성 (다) 유전적 다양성    2 (1) ×  
(2) ○ (3) ×    3 ㉠ 많을수록, ㉡ 균등할수록    4 ⑤    5 (1) ×  
(2) ○ (3) ○    6 (1) ○ (2) × (3) ×

## 1 품공 문제 분석



(가) 생태계 다양성    (나) 종 다양성    (다) 유전적 다양성  
강, 초원, 삼림 등 다양    달팽이, 개구리, 고슴도    모두 같은 종이지만, 서  
한 생태계가 존재한다.    치, 무당벌레 등 다양한    로 다른 유전자를 가지  
생물종이 살고 있다.    고 있어 다양한 형질이    나타난다.

(가)는 일정한 지역에 존재하는 생태계의 다양한 정도를 의미하는 생태계 다양성, (나)는 일정한 지역에 서식하는 생물종의 다양한 정도를 의미하는 종 다양성, (다)는 같은 종이라도 개체마다 유전자가 달라 서로 다른 형질이 나타나는 유전적 다양성이다.

- 2 (1) 유전적 다양성은 같은 생물종에서 유전자 차이로 개체마다 다양한 형질이 나타나는 것을 의미한다.  
(2) 유전적 다양성이 높은 집단은 하나의 형질을 결정하는 유전자가 다양하게 나타나므로 변이가 다양하다.  
(3) 유전적 다양성이 높은 집단은 다양한 변이를 가지고 있어 급격한 환경 변화가 일어나더라도 멸종될 가능성이 낮다.

3 종 다양성은 일정한 지역에 얼마나 많은 생물종이 얼마나 고르게 분포하여 살고 있는지를 의미한다. 따라서 서식하는 생물종의 수가 많을수록, 각 생물종의 분포 비율이 균등할수록 종 다양성이 높다.

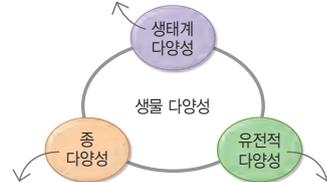
4 ⑤ 열대 우림은 식물의 종류가 많으며, 그 식물을 이용하는 동물이나 균류의 종류도 많으므로 종 다양성이 가장 높은 생태계이다.

바로알기 ①, ③ 갯벌과 습지는 육상 생태계와 수생태계를 잇는 완충 지대로, 두 생태계의 자원을 모두 이용하는 생물종이 공존하므로 종 다양성이 다른 생태계보다 상대적으로 높다. 하지만 생물 다양성이 가장 높은 생태계는 아니다.

- ② 사막은 물이 부족하여 생물이 살기에 힘든 환경이므로 종 다양성이 낮다.  
④ 농경지는 작물을 재배하기 위해 인위적으로 만든 생태계로, 대부분 한 농경지에 단일 작물을 재배하므로 생물 다양성이 낮다.

## 5 품공 문제 분석

생태계 다양성은 생물에게 다양한 서식지와 환경을 제공함으로써 종 다양성을 높이는 역할을 한다.



종 다양성이 높으면 복잡한 먹이 사슬을 형성하여 생태계의 안정성이 높아진다.    유전적 다양성은 종 다양성 유지에 중요한 역할을 한다.

- (1) 유전적 다양성, 종 다양성, 생태계 다양성은 모두 생물 다양성 유지에 중요한 역할을 한다.  
(2) 종 다양성이 높으면 복잡한 먹이 사슬을 형성하여 생태계의 안정성이 높아진다.  
(3) 생태계가 다양할수록 생태계의 환경과 상호 작용을 하며 서식하는 생물종이 많아진다. 따라서 생태계 다양성이 높으면 종 다양성이 높아진다.

- 6 (1) 생물 다양성이 높으면 이용할 수 있는 생물이 많아 생물 자원이 풍부해진다.  
(2) 버드나무 껍질에서는 진통 해열제인 아스피린의 원료를 얻는다. 항생제인 페니실린의 원료는 푸른곰팡이에서 얻는다.  
(3) 생물 자원은 인간의 생활과 생산 활동에 이용되는 유전자, 생물, 생태계 등의 모든 생물적 자원을 말한다. 현재는 이용되지 않지만 잠재적으로 이용될 가치가 있는 것도 생물 자원이다.

## 개념 확인 문제

279쪽

- ① 서식지    ② 포획    ③ 외래종

1 (1) × (2) ○ (3) × (4) ○    2 외래종    3 ㉠ 생태 통로, ㉡ 단편화    4 람사르 협약

- 1 (1) 생물 다양성 감소의 가장 큰 원인은 서식지 파괴이다. 서식지가 파괴되면 그 서식지에 살던 생물종의 약 80%가 영향을 받는다.  
(2) 열대 우림의 나무를 베어내면 그곳에 살던 야생 생물의 서식지가 파괴되어 생물종이 감소한다.  
(3) 도로 건설, 택지 개발 등으로 서식지가 단편화되면 서식지의 면적이 감소한다.

(4) 생활 하수나 공장 폐수로 인한 하천 오염 등은 수중 생물에겐 피해를 입히고, 생물 다양성을 감소시키는 원인이 된다.

**2** 원래 살고 있던 서식지에서 벗어나 다른 지역으로 유입된 생물을 외래종이라고 한다. 대부분의 외래종은 새로운 환경에 적응하지 못하지만, 일부 외래종은 적응하여 생태계 평형을 위협한다.

**3** **꼼꼼 문제 분석**



→ 생태 통로  
 처음에는 하나의 서식지였으나 도로 건설로 인해 서식지가 나누어졌다.  
 → 생태 통로를 설치하여 서식지를 연결한다.

도로 건설 등으로 단편화(㉠)된 서식지에 생태 통로(㉡)를 설치하면 서식지가 연결되어 야생 동물이 이동할 수 있다.

**4** 람사르 협약은 물새 서식지로 중요한 습지를 보전하기 위해 1971년 체결한 국제 협약이다.

**내신 안정 문제**

280~282쪽

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

**01** ㉠ 생물 다양성은 일정한 생태계에 존재하는 생물의 다양한 정도를 의미하며, 유전적 다양성, 종 다양성, 생태계 다양성을 모두 포함한다.

㉡ 종 다양성이 낮으면 먹이 사슬이 끊어져 생태계 평형이 깨지기 쉽다.

㉣ 생태계 다양성은 삼림, 초원, 하천, 갯벌, 해양 등 어느 지역에 존재하는 생태계의 다양한 정도를 의미한다.

㉤ 종 다양성은 일정한 지역에 서식하는 생물종의 다양한 정도를 의미하며, 생물종이 많을수록, 각 생물종의 분포 비율이 균등할수록 종 다양성이 높다.

**바로알기** ㉢ 유전적 다양성은 같은 생물종에서 유전자 변이의 다양함을 의미한다.

**02** (가)는 같은 종이라도 개체마다 유전자가 달라 형질이 다르게 나타나는 유전적 다양성, (나)는 생태계의 다양한 정도를 의미하는 생태계 다양성, (다)는 생물종의 다양한 정도를 의미하는 종 다양성의 예를 나타낸 것이다.

**03** ㄱ. 생물 다양성을 구성하는 요소는 유전적 다양성, 종 다양성, 생태계 다양성이다. (나)에서 기린마다 몸 색과 무늬가 조금씩 다른 것은 개체마다 유전자가 다르기 때문으로, 유전적 다양성에 해당한다. 유전적 다양성은 같은 종 내에서 형질이 다양하게 나타나는 것이므로 (나)의 기린은 모두 같은 종이다.

ㄴ. (나)가 유전적 다양성에 해당하므로 A는 유전적 다양성, B는 생태계 다양성이다. 유전적 다양성(A)이 높으면 급격한 환경 변화에도 적응하여 살아남는 개체가 있을 확률이 높아 종을 유지할 가능성이 높다.

**바로알기** ㄴ. 생태계 다양성(B)은 일정한 지역에 존재하는 생태계의 다양한 정도이다. 한 생태계 내에 존재하는 생물종의 다양한 정도는 종 다양성이다.

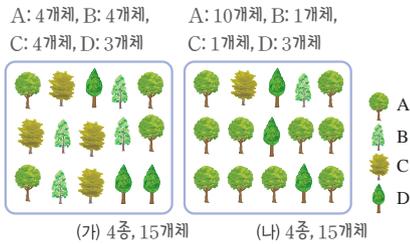
**04** (가)는 종 다양성, (나)는 생태계 다양성, (다)는 유전적 다양성이다.

ㄴ. 생태계 다양성(나)이 높을수록 다양한 환경에 서식하는 생물 종이 많아지므로 종 다양성(가)도 높아진다.

**바로알기** ㄱ. 종 다양성(가)은 일정한 지역에 서식하는 생물종의 다양한 정도를 의미한다.

ㄴ. 유전적 다양성(다)은 같은 종의 개체들에서 나타나는 형질의 다양함이므로 이들 사이에서 먹이 사슬이 형성되지는 않는다. 먹이 사슬은 다른 종 사이에 형성되므로 종 다양성(가)이 높을수록 복잡한 먹이 사슬이 형성된다.

**05** **꼼꼼 문제 분석**



ㄱ. (가)와 (나)에 서식하는 식물종의 수는 4종으로 같다.

ㄴ. (가)와 (나)에 서식하는 식물의 총 개체 수는 15개체로 같지만, A는 (가)에서 4개체, (나)에서 10개체이다. 따라서 A의 분포 비율은 (가)보다 (나)에서 높다.

ㄴ. (가)와 (나)에서 식물종의 수는 4종으로 같지만, 각 식물종의 분포 비율은 (가)가 (나)보다 더 균등하다. 따라서 종 다양성은 (가)가 (나)보다 높다.

**06** ㉠, ㉢ 목화는 면섬유의 원료를 제공하며, 벼, 밀, 콩, 옥수수 등은 식량으로 이용된다.

㉡ 나무, 풀 등은 주택 재료로 사용된다.

㉤ 자연 휴양림은 사람들에게 휴식 장소를 제공한다.

**바로알기** ④ 버드나무 껍질은 아스피린 원료로 이용되며, 주목 열매에서 항암제 원료를 얻는다.

**07** ① 서식지가 파괴되면 그 서식지에 살던 생물종 대부분이 영향을 받는다. 따라서 생물 다양성 감소에 가장 큰 영향을 주는 것은 서식지 파괴이다.

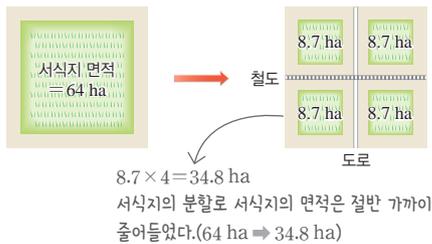
② 대부분의 외래종은 새로운 환경에 적응하지 못하지만 일부 생물종은 적응하여 원래 그 지역에 살던 고유종의 생존을 위협한다.

④ 남획이란 생물을 과도하게 많이 잡는 것을 말한다. 보호 동식물을 불법 포획하거나 야생 동식물을 남획하면 해당 생물종의 개체 수가 급격하게 감소하여 멸종 위험을 높일 수 있다.

⑤ 유전적 다양성이 낮은 생물종은 급격한 환경 변화(자연재해, 질병 등)가 일어났을 때 살아남는 개체가 있을 가능성이 낮아 멸종 위기에 처할 수 있다.

**바로알기** ③ 환경 오염이 발생하면 깨끗한 환경에서만 서식하는 생물들은 그렇지 않은 생물들에 비해 더 큰 영향을 받는다.

**08** **꼼꼼 문제 분석**



ㄱ. 하나의 큰 서식지가 4개의 작은 서식지로 분할되었다.

**바로알기** ㄴ. 서식지가 소규모로 분할되면 가장자리(서식지 주변부)의 면적이 증가하므로 서식지의 면적은 철도와 도로의 면적보다 훨씬 더 많이 감소하였다.

ㄷ. 서식지가 단편화되면 가장자리의 면적은 증가하지만, 중심부의 면적은 줄어든다. 따라서 서식지 중심부에 살던 생물종이 가장자리에 살던 생물종보다 사라질 위험이 더 높다.

**09** ㄱ. 외래종은 원래 서식지에서 벗어나 다른 서식지로 유입된 생물종이다. 외래종이 새로운 환경에 적응하여 대량으로 번식하면 고유종의 서식지를 차지하여 생존을 위협하고 먹이 관계에 변화를 일으켜 생태계 평형을 깨뜨릴 수 있다.

**바로알기** ㄴ. 외래종이 도입되면 생태계의 기존 먹이 사슬에 변화가 생기며, 외래종의 개체 수가 급격하게 증가할 경우 생물 다양성이 감소할 수 있다.

ㄷ. 외래종 도입은 기존의 생태계에 영향을 줄 수 있기 때문에 생물의 국가 간 이동은 신중하게 결정하고 엄격하게 관리할 필요가 있다.

**10** ㄱ. 특정 품종의 대량 재배는 종 다양성과 유전적 다양성을 낮추어 생물 다양성이 감소할 수 있다.

ㄴ. 하나의 커다란 서식지를 여러 개로 분할하여 단편화하면 서식지의 면적이 감소하고 생물종의 이동을 제한하여 생물 다양성이 감소할 수 있다.

**바로알기** ㄷ. 국립 공원의 자연 휴식년제는 사람의 간섭을 배제하여 생물 다양성을 증가시킨다.

**11** ① 환경 오염은 생물의 생존을 위협하므로 환경 오염을 줄이는 것은 생물 다양성 보전에 중요하다.

② 야생 동식물의 불법 포획이나 남획을 금지하여 종 다양성을 보전하고 생태계 평형을 유지한다.

④ 단편화된 서식지는 생태 통로를 만들어 생물들의 이동이 가능하도록 한다.

⑤ 생물 다양성을 보전하기 위해서는 국제 협약을 통한 국가 간 협력이 중요하다.

**바로알기** ③ 특정 종의 서식지만을 보호하기보다 군집 전체를 국립 공원으로 지정하여 보호하는 것이 생물 다양성을 유지하는 데 더 효과적이다.

**12** 하나의 큰 서식지가 작은 서식지로 나누어지는 것을 서식지 단편화라고 하고, 단편화된 서식지를 연결하는 인공적인 길을 생태 통로라고 한다.

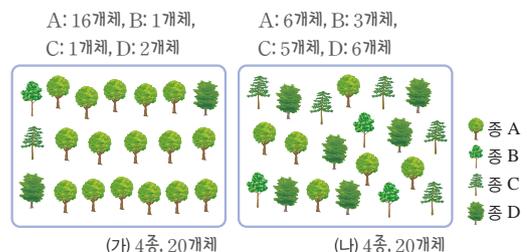
**13** 바나나 야생종(㉠)은 암수 생식세포의 수정으로 만들어진 씨로 번식하므로 유전적 다양성이 높다. 그러나 우리가 흔히 먹는 바나나(㉡)는 땅속줄기를 이용한 무성 생식의 한 방법으로 번식시키므로 유전적으로 모두 동일하다.

**모범 답안** (1) ㉠

(2) ㉡은 무성 생식으로 번식하므로 유전적 다양성이 매우 낮아 모든 개체들이 똑같이 질병에 취약하여 멸종될 가능성이 높다.

채점 기준	배점
(1) ㉠이라고 쓴 경우	30 %
(2) 무성 생식으로 번식하여 유전적 다양성이 낮기 때문이라고 옳게 서술한 경우	70 %
유전적 다양성이 낮다고만 서술한 경우	50 %

**14** **꼼꼼 문제 분석**



**모범 답안** (1) (나)

(2) 서식하는 생물종의 수가 많을수록, 각 생물종의 분포 비율이 균등할수록 종 다양성이 높다. (가)와 (나)에 분포하는 식물종 수는 4종으로 같지만, (나)는 (가)에 비해 종 A~D가 고르게 분포하므로 종 다양성은 (나)에서가 (가)에서보다 높다.

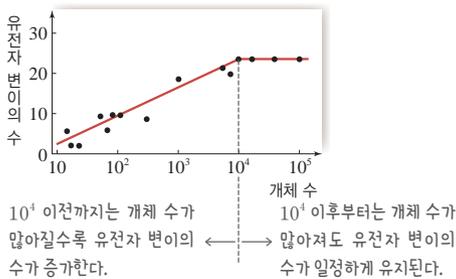
채점 기준	배점
(1) (나)라고 쓴 경우	30 %
(2) 식물종의 수와 분포 비율을 모두 들어 옳게 서술한 경우	70 %
	식물종의 분포 비율만 들어 서술한 경우

## 실력 UP 문제

283쪽

01 ⑤ 02 ③ 03 ③ 04 ⑤

### 01 공공 문제 분석



ㄴ, ㄷ. 유전자 변이의 수가 많을수록 집단의 유전적 다양성이 높아져 환경에 대한 적응력이 높아진다. 개체 수가 10<sup>2</sup>일 때보다 10<sup>5</sup>일 때 유전자 변이의 수가 많으므로 환경 변화에 대한 적응력이 높다.

**바로알기** ㄱ. 개체 수가 10<sup>4</sup>이 될 때까지는 유전자 변이의 수가 개체 수에 비례하여 증가하지만, 그 이상에서는 더 이상 증가하지 않고 유지된다.

### 02 공공 문제 분석

구분	A	B	C	D	E	F
㉠	30	30	28	33	50	49
㉡	122	30	21	14	20	13

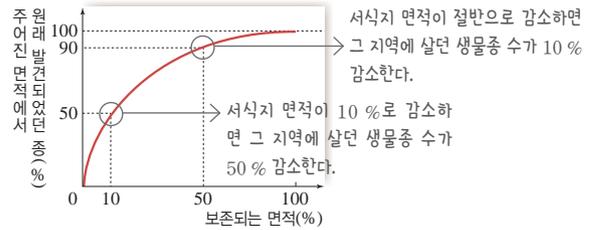
- ㉠: 6종, 220개체. 종 A~F가 균등하게 분포한다.
- ㉡: 6종, 220개체. 종 A의 분포 비율이 매우 높다.

ㄷ. 생물 다양성이 높을수록 생태계가 안정적으로 유지된다. 따라서 종 다양성이 높은 ㉠이 ㉡보다 생태계가 안정적으로 유지된다.

**바로알기** ㄱ. 생물종의 수가 많고, 각 생물종이 균등하게 분포할수록 종 다양성이 높다. ㉠과 ㉡에서 생물종 수는 6종으로 같은데, ㉠에서는 종 A~F가 균등하게 분포하지만, ㉡에서는 종 A의 분포 비율이 매우 높다. 따라서 식물의 종 다양성은 ㉠이 ㉡보다 높다.

ㄴ. ㉠과 ㉡에는 모두 6종, 220개체가 서식한다. 종 B의 개체 수는 ㉠과 ㉡에서 30개체로 동일하므로 종 B가 전체 식물에서 차지하는 개체 수의 비율도 ㉠과 ㉡에서 동일하다.

### 03 공공 문제 분석

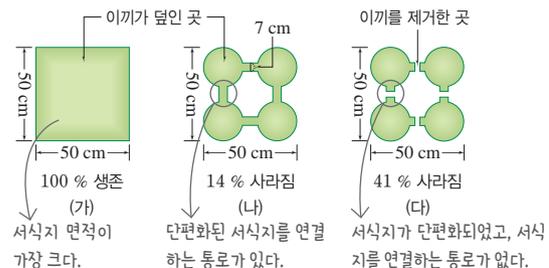


ㄱ. 서식지 면적이 100%에서 10%로 감소하면 그 지역에서 원래 발견되었던 종의 비율이 100%에서 50%로 감소되므로, 그 지역에 살던 생물종 수가 절반으로 줄어든다.

ㄷ. 서식지가 파괴됨에 따라 원래 발견되었던 종의 비율이 감소하므로 종 다양성이 낮아진다.

**바로알기** ㄴ. 서식지 면적이 100%에서 50%로 감소하면 원래 발견되었던 종의 비율이 100%에서 90%로 10% 감소한다. 그러나 개체 수의 감소 비율은 제시된 자료만으로는 알 수 없다.

### 04 공공 문제 분석



ㄱ. 이끼 밑에 서식하는 소형 동물의 생물종 수를 조사하고 있으므로 서식지 면적은 이끼가 덮인 면적이다. 따라서 서식지 면적은 (가) > (나) > (다)이다.

ㄴ. 6개월 후 (나)에는 처음보다 종 수가 14% 줄어 86%의 생물종이 있지만 (다)에는 처음보다 종 수가 41% 줄어 59%의 생물종이 있다. 따라서 종 다양성은 (나)가 (다)보다 높다.

ㄷ. 산을 관통하는 도로를 만들 때 산을 절개하면 서식지가 단절되지만, 터널을 건설하면 터널 위로 생물들이 이동할 수 있어 생물 다양성 보전에 도움이 된다.

**중단원 핵심 정리**

284~285쪽

- ① 이상 화석    ② 표준 화석    ③ 화석    ④ 선캄브리아 시대
- ⑤ 판게아    ⑥ 중생대    ⑦ 신생대    ⑧ 진화    ⑨ 변이
- ⑩ 자연 선택    ⑪ 유전적    ⑫ 돌연변이    ⑬ 자연 선택
- ⑭ 항생제    ⑮ 유전적 다양성    ⑯ 많고    ⑰ 균등    ⑱ 생물 자원
- ⑲ 아스피린    ⑳ 단편화

**중단원 마무리 문제**

286~290쪽

- 01 ②    02 해설 참조    03 ①    04 ③    05 해설 참조
- 06 ①    07 ④    08 ③    09 해설 참조    10 ③    11 ⑤
- 12 ⑤    13 ⑤    14 ③    15 ④    16 ⑤    17 해설 참조
- 18 ③    19 ①    20 ⑤    21 ②    22 ①    23 해설 참조
- 24 (가) 생물 다양성 협약 (나) 람사르 협약

01    ㄷ. 공룡 발자국 화석의 보존 상태가 양호하므로 이 지층은 화석이 생성된 이후에 심한 지각 변동을 받지 않았다.

**바로알기**    ㄱ. 화석은 대부분 퇴적암에서 발견된다. 변성암은 높은 열과 압력을 받아 생성되었기 때문에 화석이 발견되기 어렵다.

    ㄴ. 공룡은 중생대, 삼엽충은 고생대의 표준 화석이므로 두 화석이 함께 발견될 수 없다.

02    **모범 답안**    D. 표준 화석은 생물의 생존 기간이 짧고, 분포 면적이 넓어야 하기 때문이다.

채점 기준	배점
D를 고르고, 표준 화석으로 적당한 까닭을 옳게 서술한 경우	60 %
D만 고른 경우	40 %

**03    꼼꼼 문제 분석**



- ② 지층 B와 D는 모두 중생대에 퇴적되었다.
- ③ 방추충과 암모나이트는 바다 생물이므로 지층 A와 B가 퇴적될 때 (가) 지역은 바다 환경이었다.
- ④ 고사리와 공룡은 육지 생물이므로 지층 C와 D가 퇴적될 때 (나) 지역은 육지 환경이었다.
- ⑤ 고사리는 고생대에 출현하여 지금도 따뜻하고 습한 육지 환경에서 서식하고 있다.

**바로알기**    ① 방추충은 고생대 표준 화석이다. 따라서 방추충 화석이 발견된 지층 A는 고생대에 퇴적되었다.

04    지질 시대의 상대적 길이는 D>C>A>B이므로 D는 선캄브리아 시대, C는 고생대, A는 중생대, B는 신생대이다.

    ㄴ. 속씨식물이 번성한 지질 시대는 신생대이므로 B이다.

    ㄷ. C 시대(고생대) 말기에는 여러 대륙이 합쳐져 판게아가 형성되었다.

**바로알기**    ㄱ. 오존층이 형성되어 육상 생물이 출현한 시대는 고생대이므로 C이다.

    ㄴ. D 시대(선캄브리아 시대)는 생물의 개체 수가 적고 지각 변동을 많이 받아 지층에서는 화석이 거의 발견되지 않는다.

05    **모범 답안**    고생대, 오존층이 지표에 도달하는 자외선을 차단하였기 때문에 육상 생물이 출현할 수 있었다.

채점 기준	배점
고생대를 쓰고, 육상 생물이 출현한 까닭을 옳게 서술한 경우	100 %
고생대만 쓴 경우	50 %
육상 생물이 출현한 까닭만 옳게 서술한 경우	50 %

06    (가)는 선캄브리아 시대, (나)는 신생대, (다)는 중생대, (라)는 고생대의 동물계의 변화이다.

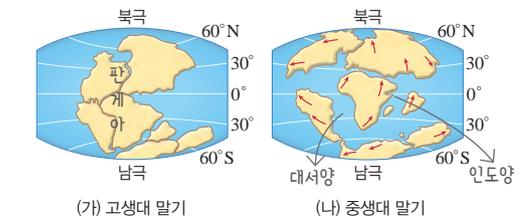
    ㄱ. (가) 선캄브리아 시대에는 자외선을 차단할 만큼 오존층이 형성되지 않았으므로 생물이 모두 바다에서 생활하였다.

    ㄷ. (다) 중생대의 바다에는 암모나이트가 번성하였다.

**바로알기**    ㄴ. (나) 신생대 후기에는 여러 번의 빙하기가 있었다. 빙하기 없이 기후가 대체로 온난한 시대는 (다) 중생대이다.

    ㄴ. (가) 선캄브리아 시대는 지질 시대의 약 88.2 %를 차지하므로 (라) 고생대보다 훨씬 오래 지속되었다.

**07    꼼꼼 문제 분석**

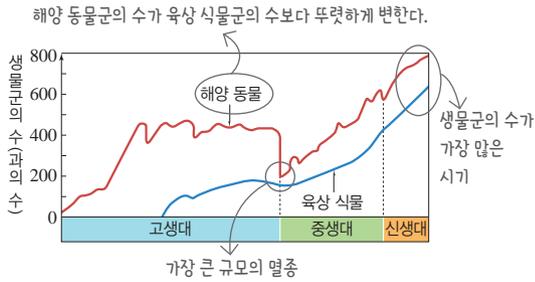


(가) → (나)로 갈수록 판게아가 분리되어 대륙과 해양의 분포가 다양해진다.

- ① (가) 시기에 흩어져 있던 대륙들이 모여 판게아가 형성되었다.
- ② 판게아가 형성되었던 고생대 말기에는 삼엽충과 방추충 등 많은 해양 생물이 멸종하였다.
- ③ 중생대 말기에 공룡과 암모나이트 등이 멸종하였다.
- ⑤ 중생대에 판게아가 분리되어 대륙이 점점 이동하면서 신생대에는 현재와 비슷한 수륙 분포가 형성되었다.

**바로알기**    ④ 판게아가 분리되면서 대서양과 인도양이 형성되어 면적이 점점 넓어졌다.

### 08 품공 문제 분석



ㄱ. 고생대 말기에 해양 동물의 수가 급격히 감소하였으므로 해양 동물의 대멸종이 일어났다.

ㄷ. 해양 동물군의 수가 육상 식물군의 수보다 뚜렷하게 변하므로 해양 동물은 육상 식물보다 지질 시대 구분에 더 유용하다.

**바로알기** ㄴ. 생물의 종류가 가장 다양한 시기는 생물군의 수가 가장 많은 신생대이다.

**09 모범 답안** 수륙 분포 변화, 소행성 충돌(운석 충돌), 대규모 화산 분출 등에 의한 급격한 환경 변화로 대멸종이 일어났다.

채점 기준	배점
생물 대멸종을 일으킨 급격한 환경 변화의 요인 두 가지를 옳게 서술한 경우	100 %
한 가지만 옳게 서술한 경우	50 %

**10** ㄴ. 환경에 적응하기 유리한 형질을 가진 개체는 그렇지 않은 개체에 비해 생존 경쟁에서 살아남아 자손을 더 많이 남긴다. 그 결과 집단에서 환경에 적응하기 유리한 형질을 가진 개체의 비율이 높아진다.

ㄷ. 생물은 주어진 환경에서 살아남을 수 있는 것보다 많은 수의 자손을 낳아 개체 사이에서 생존 경쟁이 일어난다.

**바로알기** ㄱ. 환경 변화로 다양한 형질이 나타난 것이 아니라, 이미 기린 집단 내에 다양한 형질이 존재하고 있었다.

ㄷ. 자연 선택된 개체는 자신의 유전자를 자손에게 전달하는데, 이때 생존에 유리한 형질도 함께 유전되는 것이지 특정 형질만 유전되는 것은 아니다.

**11** 같은 종의 개체들 사이에서 나타나는 유전적 형질의 차이는 유전적 변이이다.

ㄱ. 변이가 다양할수록 유전적 다양성이 높아서 생물 다양성이 높아진다.

ㄴ. 같은 종 내에서의 유전적 변이는 환경에 대한 적응력의 차이를 가져와 생물 집단이 진화하는 데 영향을 준다.

ㄷ. 유전적 변이는 자손에게 전달되어 진화에 영향을 준다.

**바로알기** ㄷ. 오른손을 많이 써서 오른손이 왼손보다 커진 것은 후천적으로 획득한 비유전적 변이이다.

**12** ㄱ. 갈색 토끼 무리에서 갑자기 흰색 토끼가 태어난 것은 돌연변이에 의한 것이다.

ㄴ, ㄷ. (나)에서 갈색 털 유전자를 가진 생식세포와 흰색 털 유전자를 가진 생식세포가 만들어지고, 이들이 수정하여 태어난 얼룩무늬 토끼는 갈색 털 유전자와 흰색 털 유전자를 모두 가진다. 세대를 거듭하면서 이와 같은 과정이 반복되면 자손의 유전자 조합이 다양해지고, 변이가 다양해진다.

**13** ㄱ. 밝은 숲에서는 흰색 나방이 검은색 나방보다 천적의 눈에 잘 띄지 않아 생존에 유리하여 더 많이 살아남았고, 어두운 숲에서는 검은색 나방이 흰색 나방보다 천적의 눈에 잘 띄지 않아 생존에 유리하여 더 많이 살아남았다.

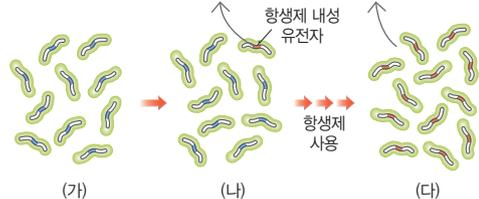
ㄴ. 어두운 숲에서 검은색 나방이 재포획된 비율이 높은 것은 검은색 나방이 생존에 유리하여 자연 선택되었기 때문이다.

ㄷ. 흰색 나방과 검은색 나방의 재포획된 비율은 숲의 밝기와 같은 환경 변화에 따라 생존에 유리한 형질이 달라지는 자연 선택의 결과로 설명할 수 있다.



### 14 품공 문제 분석

항생제를 사용하기 이전에 이미 항생제 내성 유전자가 집단 내에 존재하였다.



③ (나) → (다)에서 항생제 내성이 없는 세균은 항생제를 지속적으로 사용하는 환경에서 생존에 불리하여 도태되었다.

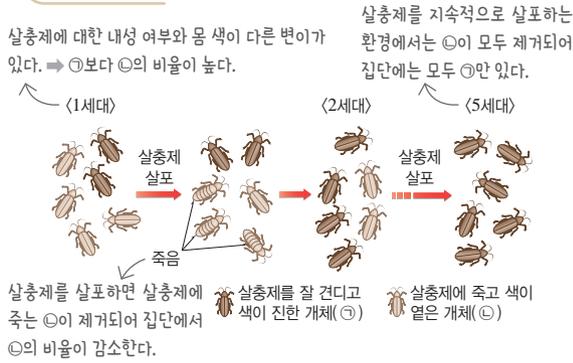
**바로알기** ① 항생제 내성 유전자는 항생제 사용 이전에 이미 집단 내에 존재하였다.

② (나) → (다)에서 항생제 내성 세균이 자연 선택되었다. (가) → (나)에서는 돌연변이로 항생제 내성 유전자가 나타났다.

④ 지속적인 항생제 사용 등 환경이 달라지면 집단의 구성이 변화될 수 있다.

⑤ 항생제 사용을 중단하더라도 항생제 내성 세균은 사라지지 않는다.

### 15 품공 문제 분석



ㄴ. 살충제를 살포하는 환경에서는 살충제를 잘 견디는 ㉡이 살충제에 죽는 ㉠에 비해 환경 적응력이 높다.

ㄷ. 2세대 이후 살충제 살포를 중지하고 색이 진한 개체를 잡아먹는 천적이 나타난다면, 살충제에 의해 ㉡이 죽지는 않고 ㉡이 천적에게 잡아먹혀 ㉠의 개체 수가 감소할 것이다. 그 결과 ㉡이 자연 선택되어 세대를 거듭할수록 ㉡의 비율이 다시 증가할 것이다.

**바로알기** ㄱ. 1세대에는 ㉠과 ㉡ 형질이 모두 있지만, 5세대에는 ㉡ 형질만 있으므로 유전적 다양성은 1세대가 5세대보다 더 높다.

**16** ㄱ, ㄴ. 이 실험에서 벨크로 테이프는 항생제에 해당한다. 벨크로 테이프에 붙어서 쟁반에서 제거되는 A는 항생제 내성이 없는 세균 모형이고, 벨크로 테이프에 붙지 않아 제거되지 않는 B는 항생제 내성 세균 모형이다.

ㄷ. 벨크로 테이프 사용 후 쟁반에 남은 세균 모형의 수만큼 더해 2세대를 만드는 것은 살아남은 세균이 증식하는 것을 의미한다.

**17** **모범 답안** 세균 집단에는 항생제에 내성이 있는 것과 없는 것의 변이가 있다. 항생제를 지속적으로 사용하는 환경에서는 항생제 내성이 없는 세균은 도태되고 항생제 내성 세균이 자연 선택되어 그 비율이 점점 높아져 항생제 내성 세균 집단이 출현한다.

채점 기준	배점
제시된 용어를 모두 사용하여 항생제 내성 세균 집단의 출현 과정을 옳게 서술한 경우	100 %
항생제를 사용하는 환경에서 항생제 내성 세균이 자연 선택되기 때문이라고 서술한 경우	50 %

### 18 품공 문제 분석

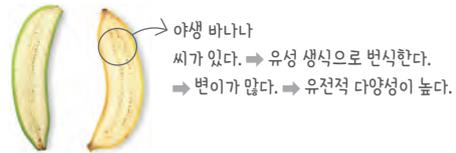
구분	의미	유전적 다양성에 해당한다.
A 유전적 다양성	같은 종이라도 개체마다 형질이 다르게 나타나는 것을 의미한다.	
B 생태계 다양성	어느 지역에 존재하는 생태계의 다양한 정도를 의미한다.	
C 종 다양성	㉠	

ㄱ. (나)는 같은 종에 속하는 개체들 사이에서 나타나는 형질의 차이이므로 유전적 다양성(A)에 해당한다.

ㄷ. ㉠은 종 다양성의 의미인 '일정한 지역에 서식하는 생물종의 다양한 정도를 의미한다.'이다.

**바로알기** ㄴ. 유전적 다양성(A)이 높을수록 변이가 다양하여 급격한 환경 변화에 적응하여 살아남는 개체가 있을 가능성이 높다.

### 19 품공 문제 분석

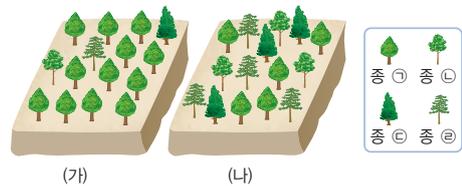


ㄱ. ㉠은 유전적 다양성이 높아 변이가 많지만, ㉡은 유전적 다양성이 낮아 변이가 적다.

**바로알기** ㄴ. ㉠은 암수 생식세포를 만들고, 그 생식세포가 수정하여 새로운 개체가 되는 유성 생식으로 번식하기 때문에 유전적 다양성이 높지만, ㉡은 땅속줄기를 잘라 옮겨 심는 무성 생식의 한 방법으로 번식하기 때문에 유전적 다양성이 낮다.

ㄷ. 급격한 환경 변화가 일어났을 때 ㉠은 유전적 다양성이 높아 살아남는 개체가 있을 확률이 높지만, ㉡은 유전적 다양성이 낮아 멸종될 가능성이 크다.

### 20 품공 문제 분석



구분	종 ㉠	종 ㉡	종 ㉢	종 ㉣
(가)	12개체	1개체	1개체	1개체
(나)	5개체	3개체	3개체	4개체

- 생물종 수: (가)와 (나) 모두 4종으로 같다.
- 분포 비율: (가)보다 (나)에서 각 종의 분포 비율이 균등하다.

ㄱ. 생태계에 서식하는 생물종의 수가 많고 각 생물종이 고르게 분포할수록 종 다양성이 높다. (가)와 (나)의 생물종 수는 4종으로 같은데, (가)는 종 ㉠의 분포 비율이 매우 높지만 (나)는 각 종이 고르게 분포한다. 따라서 종 다양성은 (가)보다 (나)에서 높다.

ㄴ. 식물의 종 수는 (가)와 (나)에서 모두 4종으로 같다.

ㄷ. (가)와 (나)의 면적이 같으므로  $\frac{\text{개체 수}}{\text{면적}}$ 의 값은 개체 수에 비례한다. 종 ㉡의 개체 수는 (가)에서는 1이고, (나)에서는 3이다. 따라서 종 ㉡의  $\frac{\text{개체 수}}{\text{면적}}$ 의 값은 (나)에서가 (가)에서의 3배이다.

21 가. (가)에서 푸른곰팡이와 버드나무 같이 서로 다른 생물 종에서 서로 다른 의약품 원료를 얻으므로 종 다양성을 높게 유지해야 한다.

나. 세균의 유전자를 옥수수에 주입하여 만든 해충 저항성 옥수수는 생물의 유전자 자원을 활용한 사례이다.

바로알기 다. 자연 상태의 생태계는 휴식, 여가 활동, 관광 등의 장소를 제공하므로 도시를 많이 개발하기보다는 다양한 생태계를 유지하는 것이 필요하다.

22 가. 서식지 면적이 64 ha에서 8.7 ha 4개로 나뉘어지고 각 서식지는 도로와 철도로 끊어져 있다. 즉, 하나의 큰 서식지가 소규모로 단편화되었다.

바로알기 나. 도로와 철도 때문에 서식지의 총 면적이  $8.7 \text{ ha} \times 4 = 34.8 \text{ ha}$ 로 줄어들어 서식할 수 있는 생물의 개체 수가 줄어든다. 또한 서식지가 단편화되어 가장자리의 면적은 늘어났지만 중심부의 면적은 줄어들어 서식지 중심부에 사는 생물종이 사라질 위험이 높으므로 종 다양성이 낮아진다.

다. 단편화된 서식지에 생물들이 이동할 수 있는 생태 통로를 만들면 생물 다양성이 감소하는 것을 줄일 수는 있지만 생물 다양성이 서식지를 분할하기 전보다 높아질 수는 없다.

23 가시박과 같이 원래 서식지에서 다른 서식지로 유입된 생물을 외래종이라고 한다. 외래종은 기존의 생태계를 구성하는 고유종의 서식지를 차지하거나 먹이 관계를 교란시킨다.

모범 답안 (1) 외래종

(2) 외래종을 도입하기 전에 외래종이 기존 생태계에 주는 영향을 철저히 검증한다. 외래종이 불법적으로 유입되는 것을 막는다.

채점 기준	배점
(1) 외래종이라고 쓴 경우	20 %
(2) 두 가지 방안을 모두 옳게 서술한 경우	80 %
	두 가지 방안 중 한 가지만 옳게 서술한 경우

24 생물 다양성 협약은 생물 다양성의 보전과 생물 자원의 지속 가능한 이용 등을 제안하였다. 습지 보전과 관련된 협약은 람사르에서 채택되었다.

중단원 고난도 문제

291쪽

- 01 ③    02 ①    03 ②    04 ④

01 공공 문제 분석



지질 시대	시작 시기 (억 년 전)	지질 시계
선캄브리아 시대	46	0시
고생대	5.41	약 21.2시
중생대	2.52	약 22.7시
신생대	0.66	약 23.7시

선택지 분석

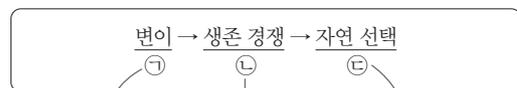
- ㉠ 전체 지질 시대 중 선캄브리아 시대가 차지하는 비율은 85 % 이상이다.
- ㉡ 시계에서 삼엽충이 번성한 기간은 2시간보다 길다. ~~짧다~~
- ㉢ 공룡이 멸종한 시기는 23시와 24시 사이이다.

전략적 풀이 ① 각 지질 시대의 지속 기간을 지질 시계에 적용한다. 24시간이 46억 년에 해당하므로 1시간은 약 1.9억 년이다.

지질 시대	지질 시계에 적용
선캄브리아 시대	5.41억 년은 $\frac{5.41}{1.9} \approx 2.8$ 시간이므로, 선캄브리아 시대는 지질 시계로 약 21.2시(24시-2.8시간)까지이다.
고생대	2.52억 년은 $\frac{2.52}{1.9} \approx 1.3$ 시간이므로, 고생대는 지질 시계로 약 22.7시(24시-1.3시간)까지이다.
중생대	0.66억 년은 $\frac{0.66}{1.9} \approx 0.3$ 시간이므로, 고생대는 지질 시계로 약 23.7시(24시-0.3시간)까지이다.
신생대	약 23.7시부터 24시까지이다.

- ② 선캄브리아 시대가 전체 지질 시대에서 차지하는 비율을 계산한다. 가.  $\frac{21.2\text{시간}}{24\text{시간}} \times 100 \approx 88\%$ 이므로 85 % 이상이다.
- ③ 지질 시계에서 삼엽충이 번성했던 고생대 전 기간의 길이와 공룡이 멸종했던 중생대 말의 시점을 구한다. 나. 삼엽충은 고생대 전 기간에 걸쳐 번성하였다. 지질 시계에서 고생대의 지속 기간은 약 22.7시-약 21.2시=약 1.5시간이다. 다. 공룡은 중생대 말기인 약 23.7시에 멸종했으므로, 공룡이 멸종한 시기는 23시와 24시 사이이다.

02 공공 문제 분석



같은 종의 개체들 사이에서 나타나는 형질 차이(유전적 변이)    먹이, 서식 공간 등을 두고 생존 경쟁을 한다.    환경에 적응하기 유리한 형질을 가진 개체가 살아남아 자손을 더 많이 남긴다.

**선택지 분석**

- ㉠ '터키달팽이 집단에서 개체마다 껍데기의 무늬와 색깔이 다르다.'는 ㉠의 예에 해당한다.
- ✗ ㉡ 과정에서 이론적으로 집단 내 개체들의 생존율에는 차이가 없다. 있다
- ✗ ㉢에서 환경 변화에 관계없이 우수한 형질을 가진 개체들이 선택된다. 환경에 적응하기 유리한 형질을

**전략적 풀이** ① 변이의 정의를 생각한다.

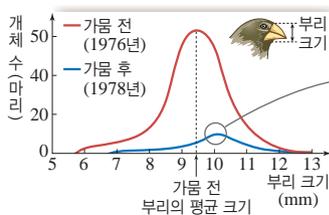
ㄱ. 변이는 같은 종에 속한 개체들 사이에서 나타나는 형질의 차이이다. 터키달팽이 집단에서 개체마다 껍데기의 무늬와 색깔이 다른 것은 개체가 가진 유전자가 다르기 때문이며, 이를 변이(㉠)라고 한다.

② 변이가 있어 개체마다 환경에 적응하는 능력이 다르고, 그에 따라 생물이 진화한다는 것을 생각한다.

ㄴ. 집단 내 개체들 사이에 변이가 있어 환경 적응력이 다르고, 그에 따라 개체들의 생존율이 달라진다. 즉, 환경에 잘 적응하는 개체가 살아남아(적자 생존) 자손에게 자신의 형질을 전달한다.

ㄷ. 환경 변화에 따라 환경에 적응하기 유리한 형질을 가진 개체가 자연 선택되는 것이다. 즉, 자연 선택은 환경에 대한 적응으로 일어나는 것이지 객관적인 형질의 우수성으로 일어나지는 않는다.

**03 품공 문제 분석**



**선택지 분석**

- ✗ 크고 딱딱한 씨앗을 먹기 위해 핀치의 부리가 커졌다.
- ✗ 먹이 환경의 변화는 핀치의 부리 크기 유전자의 돌연변이를 유발하였다.
- ㉠ 가뭄 시에 부리가 큰 핀치보다 부리가 작은 핀치의 생존 확률이 낮았다.

**전략적 풀이** ① 생물의 진화는 환경에 따라 개체의 유전자가 변하거나 형질이 바뀌어 일어나는 것이 아니라는 점을 생각한다.

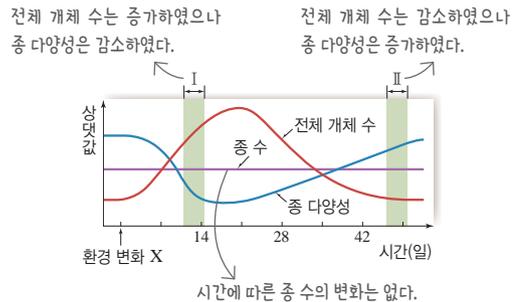
ㄱ. 핀치의 부리가 먹이에 따라 변하는 것이 아니라 가뭄 전에도 핀치 부리의 크기가 큰 것과 작은 것의 변이가 있었다.

ㄴ. 먹이 환경의 변화가 유전자를 변화시키는 돌연변이의 원인이라고 할 수는 없다.

② 자연 선택은 환경 변화에 따라 특정 형질을 가진 개체가 도태되거나 선택되어 일어난다.

ㄷ. 부리가 작은 핀치는 크고 딱딱한 씨앗을 먹기가 어려우므로 가뭄으로 작고 연한 씨앗이 많이 사라진 환경에서 생존율이 감소하였다. 반면, 부리가 큰 핀치는 크고 딱딱한 씨앗을 먹기에 적합하여 더 많이 살아남아 더 많은 자손을 남겼고, 이러한 과정이 누적됨에 따라 집단 내에 부리가 큰 핀치가 많아져서 핀치 부리의 평균 크기가 커졌다.

**04 품공 문제 분석**



- 종 다양성: 종 수가 많을수록, 각 종의 분포 비율이 균등할수록 종 다양성이 높다.
- ➡ 종 수가 같으므로 종 다양성이 높을수록 각 종의 분포 비율이 더 균등하다.

**선택지 분석**

- ㉠ 구간 I에서 개체 수가 증가하는 종이 있다.
- ㉡ 전체 개체 수에서 각 종이 차지하는 비율은 구간 I에서 보다 구간 II에서 더 균등하다.
- ✗ X는 생물 다양성을 높이는 작용을 한다. 낮추는

**전략적 풀이** ① 종 다양성은 종 수가 많고 각 종의 분포 비율이 균등할수록 높다는 것을 생각한다.

환경 변화 X가 일어난 후 시간에 따른 종 수는 변화 없지만 종 다양성은 변화하였다. 따라서 종 다양성 변화는 각 종의 분포 비율 변화 때문에 나타난 것이다.

ㄷ. 환경 변화 X가 일어난 직후 종 다양성이 감소하였으므로 X는 생태계 내의 특정 종의 개체 수 변화에 영향을 주어 생물 다양성을 낮추는 요인으로 작용하였다고 볼 수 있다.

② 종 다양성과 전체 개체 수 그래프를 통해 구간 I과 II에서의 각 종의 분포 비율 변화를 추론한다.

ㄱ. 구간 I에서 전체 개체 수는 증가하였지만 종 다양성은 감소하였으므로 생태계를 구성하는 어떤 종의 개체 수가 크게 증가하여 그 종의 분포 비율이 높아졌다고 추론할 수 있다.

ㄴ. 전체 개체 수에서 각 종이 차지하는 비율이 고를수록 종 다양성이 높다. 따라서 각 종의 비율은 종 다양성이 낮은 구간 I에서 보다 종 다양성이 높은 구간 II에서 더 균등하다.

## 환경과 에너지

### 1 생태계와 환경

#### 1 생태계 구성 요소와 환경

##### 개념 확인 문제

295쪽

- ① 생태계   ② 환경   ③ 생산자   ④ 소비자   ⑤ 분해자  
⑥ 비생물적 요인

- 1 군집   2 (1) 가, 자 (2) 나, 바, 사, 카 (3) 마, 오, 테 (4) 다, 르, 쿠  
3 (1) ㉠ (2) ㉡ (3) ㉢ (4) ㉣ (5) ㉤

1 같은 종의 개체들이 모여 개체군을 이루고, 같은 지역에 사는 여러 개체군이 모여 군집을 이룬다.

- 2 (1) 생산자는 빛에너지를 이용하여 광합성을 하여 스스로 양분을 얻는 생물이다.  
(2) 소비자는 다른 생물을 먹이로 하여 양분을 얻는 생물이다.  
(3) 분해자는 생물의 사체나 배설물에 포함된 유기물을 무기물로 분해하여 에너지를 얻는 생물이다.  
(4) 생물을 둘러싸고 있는 모든 환경 요인을 비생물적 요인이라고 한다. 비생물적 요인에는 빛, 온도, 물, 토양, 공기 등이 있다.

- 3 (1), (4) 낙엽(생물)이 쌓여 분해되면 토양(비생물적 요인)이 비옥해지는 것과 지렁이(생물)가 흙 속을 돌아다니며 토양(비생물적 요인)의 통기성을 높이는 것은 생물이 비생물적 요인에 영향을 주는 ㉠의 예이다.  
(2), (3) 토양(비생물적 요인) 속 양분이 풍부하면 식물(생물)이 잘 자라는 것과 가을에 기온(비생물적 요인)이 낮아지면 은행나무(생물)의 잎이 노랗게 변하는 것은 비생물적 요인이 생물에 영향을 주는 ㉡의 예이다.  
(5) 메뚜기(생물)의 개체 수가 증가하면 이를 먹고 사는 개구리(생물)의 개체 수도 증가하는 것은 서로 다른 생물 개체군 사이에서 일어나는 상호 작용 ㉢의 예이다.

##### 개념 확인 문제

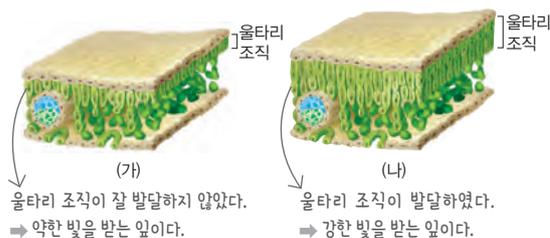
299쪽

- ① 울타리   ② 파장   ③ 크고   ④ 작다   ⑤ 비늘  
⑥ 많아

- 1 (1) 다 (2) 가 (3) 나 (4) 마   2 (나)   3 ㉣   4 온도  
5 (가)

- 1 (1) 곤충은 몸 표면이 키틴질로 되어 있어 몸속 수분이 증발하는 것을 막는다.  
(2) 피꼬리는 일조 시간이 길어지는 봄에 번식하고, 노루는 일조 시간이 짧아지는 가을에 번식한다.  
(3) 개구리와 같은 변온 동물은 스스로 체온을 조절하지 못해 겨울이 되면 체온이 낮아져 물질대사가 원활하게 일어나지 않으므로 온도 변화가 적은 땅속에 들어가 겨울잠을 잔다.  
(4) 공기가 희박한 고산 지대에 사는 사람들은 평지에 사는 사람들에 비해 혈액 속 적혈구 수가 많아 산소를 효율적으로 운반한다.

#### 2 품공 문제 분석



한 식물에서도 강한 빛을 받는 잎은 광합성이 활발하게 일어나는 울타리 조직이 잘 발달하여 잎이 두껍고, 약한 빛을 받는 잎은 울타리 조직이 잘 발달하지 않아 잎이 얇다.

3 파장이 긴 적색광은 바다 얕은 곳까지만 투과하므로 바다 얕은 곳에는 적색광을 주로 이용하는 녹조류가 많이 분포한다. 파장이 짧은 청색광은 바다 깊은 곳까지 투과하므로 바다 깊은 곳에는 청색광을 주로 이용하는 홍조류가 많이 분포한다. 즉, 바다의 깊이에 따라 도달하는 빛의 파장이 달라 바다의 깊이에 따라 서식하는 해조류의 종류가 다르다.

4 단풍나무와 같은 낙엽수는 기온이 낮아지면 단풍이 들고 잎을 떨어뜨리지만, 동백나무와 같은 상록수는 잎의 큐티클층이 두꺼워 잎을 떨어뜨리지 않고 추운 겨울을 난다. 이는 식물이 온도에 적응한 현상이다.

5 물이 풍부한 환경에 서식하는 식물은 관다발이나 뿌리가 잘 발달하지 않고, 통기 조직이 발달하여 물 위에 떠서 살 수 있다. 반면, 건조한 환경에 서식하는 식물은 물을 저장하는 저수 조직이 발달하였다. 따라서 (가)는 물이 풍부한 환경에 서식하는 수생 식물이고, (나)는 건조한 지역에 서식하는 건생 식물이다.

01 ②	02 ①	03 ④	04 ⑤	05 ②	06 ⑤
07 ①	08 ①	09 ⑤	10 ⑤	11 ③	12 (가) 일조
시간 (나) 물 (다) 공기		13 해설 참조	14 해설 참조	15	
해설 참조					

**01** 나. 생태계는 생물 군집뿐 아니라 생물 군집에 영향을 주는 빛, 온도, 물, 공기 등과 같은 비생물적 요인을 포함한 개념이다.

**바로알기** 가. 생태계는 생물적 요인인 생산자, 소비자, 분해자와 비생물적 요인으로 구분할 수 있다.

다. 일정한 지역에 사는 같은 종의 무리를 개체군이라 하고, 일정한 지역에 사는 여러 개체군의 무리를 군집이라고 한다.

**02** ① 미역과 식물 플랑크톤은 광합성을 통해 스스로 유기물을 합성하는 생산자이다.

**바로알기** ② 멸치와 고등어는 서로 다른 종이므로 다른 개체군에 속한다.

③ 생태계를 구성하는 요소 중 생물적 요인은 제시되어 있지만 비생물적 요인(빛, 온도, 물, 토양, 공기 등)은 제시되어 있지 않다.

④ 멸치는 식물 플랑크톤을 먹는 1차 소비자이고, 멸치를 먹는 고등어가 이 생태계에서 최종 소비자이다.

⑤ 세균은 생물의 사체나 배설물에 포함된 유기물을 분해하여 에너지를 얻는 분해자이다.

**03** A: 생산자는 광합성을 하는 생물이다.

C: 소비자는 다른 생물을 먹이로 하여 양분을 얻는 생물이다.

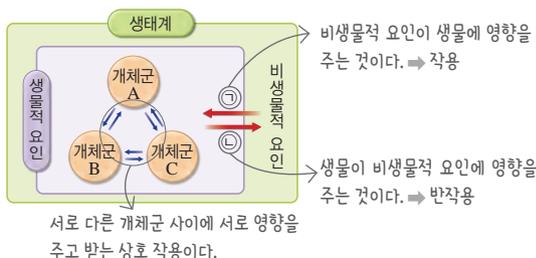
**바로알기** B: 버섯은 생물의 사체나 배설물을 분해하는 분해자이다.

**04** 가. 생물적 요인은 생산자, 소비자, 분해자(가)로 구성된다.

나. 생태계를 구성하는 요소인 생산자, 소비자, 분해자, 비생물적 요인은 서로 영향을 주고받는다.

다. 도토리(생산자)가 많이 열리면 도토리를 먹이로 하는 다람쥐(소비자)의 개체 수가 증가한다. 이는 생산자가 소비자에게 영향을 주는 ㉠의 예이다.

**05** **꼼꼼 문제 분석**



① ㉠은 비생물적 요인이 생물에 영향을 주는 작용이고, ㉡은 생물이 비생물적 요인에 영향을 주는 반작용이다.

③ 군집은 같은 지역에 서식하는 여러 개체군의 무리로 이루어진다. 하나의 생태계를 구성하는 개체군 A와 개체군 B는 같은 군집에 속한다.

④ 온도(비생물적 요인)가 내려가 단풍나무(생물)의 잎이 붉게 변하는 것은 작용(㉠)의 예에 해당한다.

⑤ 식물(생물)의 광합성으로 숲의 공기(비생물적 요인) 성분이 달라지는 것은 반작용(㉡)의 예에 해당한다.

**바로알기** ② 세균은 생물적 요인 중 분해자에 해당한다.

**06** (가) 스라소니(생물)가 눈신토끼(생물)를 잡아먹는 것은 생물 사이에 영향을 주고받는 상호 작용의 예이다.

(나) 지렁이(생물)가 토양(비생물적 요인)의 통기성을 높이는 것은 생물이 비생물적 요인에 영향을 주는 반작용의 예이다.

가, 나. 나무(생물)가 숲 속의 습도(비생물적 요인)를 높이는 것과 지의류(생물)가 암석(비생물적 요인)의 풍화를 촉진하는 것은 생물이 비생물적 요인에 영향을 주는 반작용의 예이다.

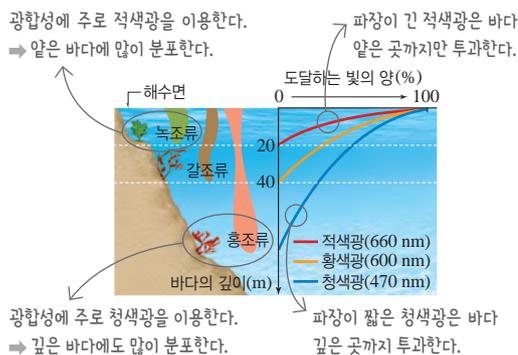
다. 토끼풀(생물)과 뿌리혹박테리아(생물)가 서로 양분과 질소 화합물을 공급하는 것은 생물 사이에 영향을 주고받는 상호 작용의 예이다.

**07** 가. (가)는 강한 빛을 받는 잎(양엽)이고, (나)는 약한 빛을 받는 잎(음엽)이다. 즉, (가)와 (나)의 잎의 두께 차이는 빛의 세기와 관련이 있다.

**바로알기** 나. (가)와 (나)는 모두 울타리 조직을 가지고 있지만, 강한 빛을 받는 (가)가 약한 빛을 받는 (나)에 비해 울타리 조직이 더 두껍게 발달되어 있다.

다. 울타리 조직은 광합성이 활발하게 일어나는 조직이므로, 빛이 있을 때 울타리 조직이 발달한 (가)에서 (나)에서보다 광합성이 더 활발하게 일어난다.

**08** **꼼꼼 문제 분석**



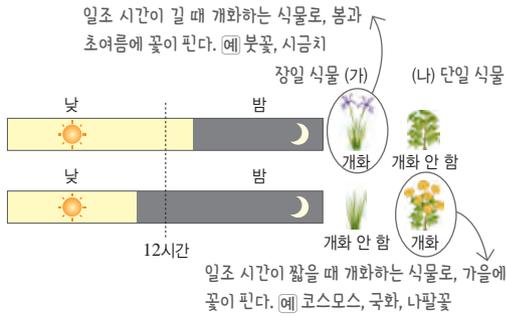
가. 파장이 짧은 청색광은 투과도가 커서 바다 깊은 곳까지 도달한다.

나. 바다의 깊이에 따라 분포하는 해조류가 다른 것은 바다의 깊이  
에 따라 도달하는 빛의 파장과 양이 다르기 때문으로, 생물이  
빛의 파장에 적응한 결과이다.

**바로알기** 다. 녹조류는 주로 적색광을 광합성에 이용하고, 홍조류  
는 주로 청색광을 광합성에 이용한다. 즉, 해조류는 몸 색깔과 보  
색인 색깔의 빛을 주로 광합성에 이용한다.

르. 홍조류는 붉은색을 띠는 조류로, 김, 우뚝가사리 등이 있다.  
미역은 갈색을 띠는 갈조류에 속한다.

### 09 품공 문제 분석



나, 다. (가)는 일조 시간이 길어질 때 꽃이 피는 장일 식물로, 붓  
꽃, 시금치 등이 있고, (나)는 일조 시간이 짧아질 때 꽃이 피는  
단일 식물로, 코스모스, 국화, 나팔꽃 등이 있다.

르. 자연 상태에서 장일 식물(가)은 낮의 길이가 길어지는 봄과  
초여름에 꽃이 피고, 단일 식물(나)은 낮의 길이가 짧아지는 가을  
에 꽃이 핀다.

**바로알기** 가. (가)는 장일 식물, (나)는 단일 식물이다.

**10** 개구리의 겨울잠과 온대 활엽수의 낙엽은 모두 온도에 대  
한 생물의 적응 현상이다.

나. 철새가 계절에 따라 적합한 온도의 장소로 이동하는 것으로,  
온도에 대한 적응 현상이다.

다. 사는 지역의 온도에 따라 여우의 귀의 크기가 다른 것으로,  
온도에 대한 적응 현상이다.

**바로알기** 가. 국화가 낮의 길이가 짧아지는 가을에 꽃이 피는 것으  
로, 일조 시간에 대한 적응 현상이다.

### 11 품공 문제 분석



(가) 선인장  
건조한 지역에 사는 식물  
로 물을 저장하는 저수  
조직이 발달하였다.



(나) 민들레  
육상에 사는 식물로 뿌리,  
줄기, 잎이 잘 발달해 있다.



(다) 수련  
물에 사는 식물로 뿌리가  
잘 발달하지 않으며, 통기  
조직이 발달하였다.

가. 선인장(가)은 사막과 같은 건조한 지역에 서식하는 건생 식물  
이다. 건생 식물은 물을 저장하는 저수 조직이 발달하였고, 일부  
식물은 잎이 가시로 변해 수분 증발을 막는다.

다. 서식지에 따라 (가)~(다) 식물들의 몸 구조와 형태가 달라진  
것은 물에 대한 적응 현상과 관련이 깊다.

**바로알기** 나. 민들레(나)는 육상에 서식하는 육상 식물이고, 수련  
(다)은 물에 서식하는 수생 식물이다. 물에 사는 식물은 관다발이  
나 뿌리가 잘 발달하지 않으며, 통기 조직이 발달하여 물 위에 떠  
서 살 수 있다. 즉, (다)보다 (나)에서 뿌리가 잘 발달해 있다.

**12** (가) 피꼬리리는 일조 시간이 길어지는 봄에, 노루는 일조 시  
간이 짧아지는 가을에 번식하는 것으로, 일조 시간에 대한 동물  
의 적응 현상이다.

(나) 파충류의 몸이 비늘로 덮여 있고 알이 단단한 껍데기로 싸여  
있는 것은 물이 부족한 육상에서 몸속의 수분 증발을 막기 위한  
것으로, 물에 대한 적응 현상이다.

(다) 공기 중 산소가 부족한 고산 지대에 사는 사람들은 평지에  
사는 사람들에 비해 적혈구 수가 많아서 산소를 효율적으로 운반  
할 수 있다. 이는 공기(산소)에 대한 적응 현상이다.

**13** 생물적 요인은 생태계에서의 역할에 따라 생산자, 소비자,  
분해자로 구분한다. 생산자는 광합성을 하는 생물이고, 소비자는  
다른 생물을 먹고 사는 생물이며, 분해자는 생물의 사체나 배설  
물을 분해하는 생물이다.

**모범 답안** (가)는 생물의 사체나 배설물에 포함된 유기물을 무기물로 분해  
하는 분해자이고, (나)는 다른 생물을 먹이로 하여 양분을 얻는 소비자이며,  
(다)는 광합성을 하여 스스로 양분을 만드는 생산자이다.

채점 기준	배점
양분을 얻는 방법과 생태계에서의 역할을 (가)~(다) 모두 옳게 서술한 경우	100 %
(가)~(다) 중 두 가지만 옳게 서술한 경우	70 %
(가)~(다) 중 한 가지만 옳게 서술한 경우	40 %
(가)~(다) 모두 생태계에서의 역할만 쓴 경우	30 %

**14** 한 식물에서도 강한 빛을 받는 잎은 울타리 조직이 발달하  
여 두껍고, 약한 빛을 받는 잎은 울타리 조직이 상대적으로 덜 발  
달하여 얇다.

**모범 답안** (1) (가)  
(2) 강한 빛을 받는 잎은 울타리 조직이 발달하여 약한 빛을 받는 잎보다 두  
께가 두껍다.

채점 기준	배점
(1) (가)라고 쓴 경우	30 %
(2) 울타리 조직이 발달하여 잎이 두껍기 때문이라고 옳게 서술한 경우	70 %
잎이 더 두껍기 때문이라고만 서술한 경우	30 %

15 추운 곳에 사는 북극여우는 몸집이 크고 몸의 말단부가 작아 열 방출이 적지만, 더운 곳에 사는 사막여우는 몸집이 작고 몸의 말단부가 커서 열을 잘 방출한다. 정온 동물인 여우는 서식하는 지역의 온도에 맞추어 체온을 유지하는 데 적합하도록 몸의 형태가 적응되어 있다.

**모범 답안** (1) 온도

(2) 추운 곳에 사는 북극여우는 귀의 크기가 작아 외부로 열이 방출되는 것을 막아 추운 곳에서 체온을 유지하는 데 효과적이고, 더운 곳에 사는 사막여우는 귀의 크기가 커서 외부로 열을 잘 방출하여 더운 곳에서 체온을 유지하는 데 효과적이다.

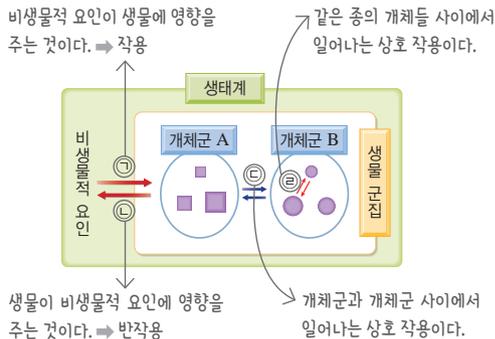
채점 기준	배점
(1) 온도라고 쓴 경우	30 %
(2) 귀의 크기가 차이가 나는 까닭을 열의 방출과 체온 유지를 모두 포함하여 옳게 서술한 경우	70 %
(2) 귀의 크기가 차이가 나는 까닭을 열의 방출과 체온 유지 중 한 가지만 포함하여 옳게 서술한 경우	30 %

## 실력 UP 문제

303쪽

01 ④ 02 ⑤ 03 ③ 04 ④

### 01 품공 문제 분석



④ 개구리의 개체 수가 증가하자 뱀의 개체 수가 증가하는 것은 개구리 개체군과 뱀 개체군 사이에서 일어나는 상호 작용으로 ㉔에 해당한다.

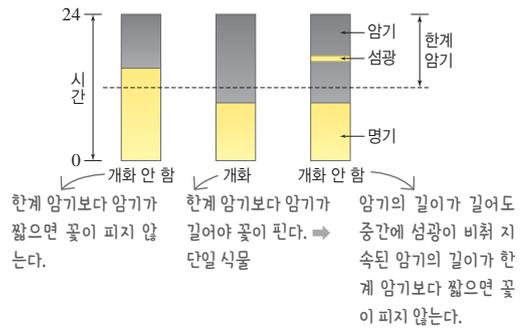
**바로알기** ① 하나의 개체군은 한 종의 개체들로 구성된다.

② 식물(생물) 뿌리에 의해 바위(비생물적 요인)의 토양화가 촉진되는 것은 생물이 비생물적 요인에 영향을 주는 ㉑에 해당한다.

③ 붓꽃(생물)이 일조 시간(비생물적 요인)에 따라 개화가 조절되는 것은 비생물적 요인이 생물에 영향을 주는 ㉑에 해당한다.

⑤ 소가리(생물)가 벼더치(생물)를 잡아먹는 것은 소가리 개체군과 벼더치 개체군 사이에서 일어나는 상호 작용이므로 ㉔에 해당한다. ㉔은 같은 종의 개체들 사이에서 일어나는 상호 작용이다.

### 02 품공 문제 분석

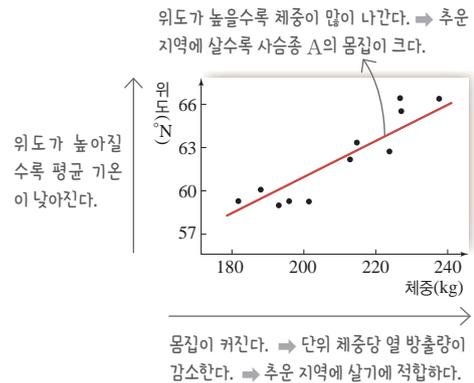


ㄱ. A는 암기의 길이가 짧으면 꽃이 피지 않고 암기의 길이가 길어야 꽃이 피는 단일 식물이다.

ㄴ. 암기의 길이가 길어도 중간에 빛이 비추어 지속된 암기의 길이가 한계 암기보다 짧으면 꽃이 피지 않는다. 따라서 A의 개화에 영향을 미치는 결정적인 요인은 지속적인 암기의 길이라는 것을 알 수 있다.

ㄷ. 낮과 밤의 길이에 따라 식물의 개화가 결정되는 것은 일조 시간에 대한 적응 현상이다. 피꼬리와 송어의 번식도 일조 시간의 영향을 받는다.

### 03 품공 문제 분석



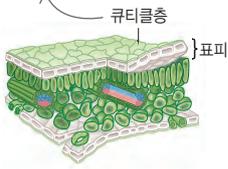
ㄱ. 사슴종 A는 고위도에 서식할수록 체중이 많이 나가는 것으로 보아 고위도에 서식할수록 몸집이 커다는 것을 알 수 있다.

ㄷ. 사슴종 A의 서식 지역에 따라 체중이 달라지는 것과 개구리가 겨울잠을 자는 것은 모두 온도에 대한 적응 현상이다. 온도는 생명체 내에서 일어나는 물질대사 과정에 영향을 주므로 생물은 온도의 영향을 많이 받는다.

**바로알기** ㄴ. 사슴종 A는 체중이 많이 나갈수록 단위 체중당 열 방출량이 적어 온도가 낮은 환경에서 체온을 잘 유지하도록 적응하였다. 반면, 체중이 적게 나가는 사슴종 A는 단위 체중당 열 방출량이 많아 온도가 높은 환경에서 체온을 잘 유지하도록 적응하였다.

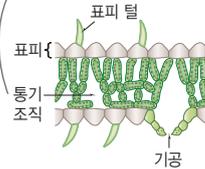
#### 04 공공 문제 분석

체내 수분이 손실되는 것을 막는다.  
→ 건조한 환경에 적응하였다.



(가) 건조한 곳에 사는 식물

공기가 있어 물에 잘 뜬다.



(나) 물에 사는 식물

ㄴ. (가)의 표피와 큐티클층은 건조한 환경에서 체내 수분이 증발되는 것을 막는다.

ㄷ. 통기 조직은 물에 사는 식물에서 발달하였으며, 물에 사는 식물은 관다발이나 뿌리가 잘 발달하지 않는다.

**바로알기** ㄱ. (가)는 건조한 지역에 사는 식물이고, (나)는 물에 사는 식물이다.

### 생태계 평형

#### 개념 확인 문제

307쪽

- 1 먹이 사슬
- 2 먹이 그물
- 3 빛
- 4 생태 피라미드
- 5 평형
- 6 먹이 사슬(먹이 관계)

1 (1) ○ (2) ○ (3) × (4) ×    2 (1) ○ (2) ○ (3) ×    3 (1) 생태 피라미드 (2) ㄱ, ㄴ    4 (나) → (라) → (다) → (가)    5 ㄱ, ㄴ, ㄷ, ㄹ, ㅁ

- 1 (1) 당근, 옥수수, 벼는 생산자이다.  
(2) 쥐는 생산자인 당근, 옥수수, 벼를 먹는 1차 소비자이면서 1차 소비자인 메뚜기를 먹는 2차 소비자이다.  
(3) 이 생태계의 최종 소비자는 매와 늑대이다.  
(4) 메뚜기의 개체 수가 갑자기 증가하면 메뚜기를 먹이로 하는 개구리의 개체 수도 증가한다.

- 2 (1) 생산자는 광합성을 통해 태양의 빛에너지를 화학 에너지로 전환하여 유기물에 저장한다.  
(2) 유기물에 저장된 에너지는 먹이 사슬을 따라 하위 영양 단계에서 상위 영양 단계로 이동한다.  
(3) 유기물에 저장된 에너지는 각 영양 단계에서 생명 활동을 통해 열에너지로 방출되고 남은 것이 상위 영양 단계로 이동한다. 따라서 상위 영양 단계로 갈수록 에너지량은 감소한다.

3 (1) 생태계에서 측정된 값을 하위 영양 단계부터 상위 영양 단계로 쌓아올려 피라미드 형태가 되는 것을 생태 피라미드라고 한다.

(2) 안정된 생태계에서 에너지양, 생물량, 개체 수는 상위 영양 단계로 갈수록 줄어든다. 개체 크기는 피식자보다 포식자가 큰 경우가 많다.

4 1차 소비자의 개체 수가 증가하면(나) → 1차 소비자의 먹이가 되는 생산자의 개체 수는 감소하고, 1차 소비자를 먹이로 하는 2차 소비자의 개체 수는 증가한다(라). → 생산자의 개체 수 감소와 2차 소비자의 개체 수 증가로 1차 소비자의 개체 수가 감소하면(다) → 생산자의 개체 수는 증가하고 2차 소비자의 개체 수는 감소하여 생태계가 평형을 회복한다(가).

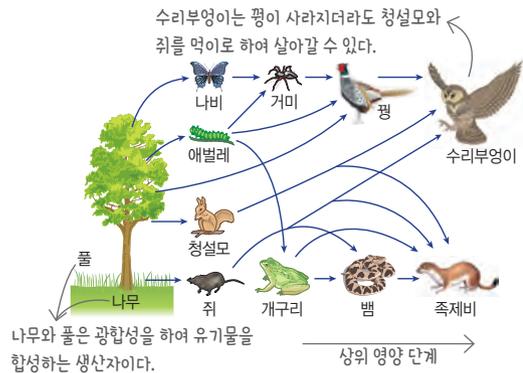
5 생태계 평형을 깨뜨리는 요인으로는 산사태와 같은 자연재해와 벌목, 경작지 개발, 남획, 폐수 방류 등과 같은 인간의 활동이 있다. 하천 복원은 생태계를 보전하기 위한 방법 중 하나이다.

### 내신 **안정** 문제

308~310쪽

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

#### 01 공공 문제 분석

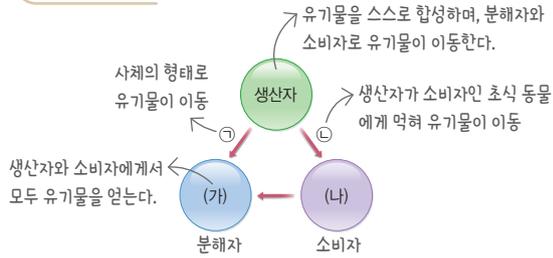


ㄱ. 나무와 풀은 광합성을 통해 무기물로부터 유기물을 합성하는 생산자이다.

ㄴ. 상위 영양 단계로 갈수록 에너지량은 감소한다. 따라서 개체군이 가진 에너지량은 하위 영양 단계인 쥐 개체군이 상위 영양 단계인 뱀 개체군보다 많다.

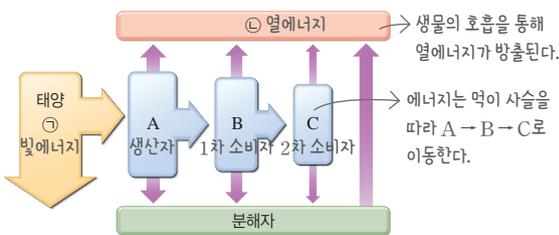
**바로알기** ㄷ. 이 생태계에서 뿔이 사라지더라도 수리부엉이는 청설모와 쥐를 먹이로 하여 살아갈 수 있으므로 사라지지 않는다.

## 02 꼼꼼 문제 분석



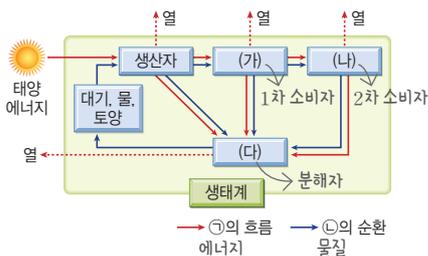
- ㄱ. 세균이 속한 (가)는 분해자이고, (나)는 소비자이다.  
 ㄴ, ㄷ. 생산자에서 분해자로 유기물이 이동할 때(㉠)는 사체의 형태로 이동하고, 생산자에서 소비자로 유기물이 이동할 때(㉡)는 먹이 사슬을 따라 이동한다.

## 03 꼼꼼 문제 분석



- ㄱ. A는 태양의 빛에너지를 유기물의 화학 에너지로 바꾸어 생태계 내로 들어오는 생산자이다. B는 1차 소비자, C는 2차 소비자이다.  
 ㄴ. ㉠은 태양의 빛에너지이고, ㉡은 생물의 생명 활동을 통해 방출되는 열에너지이다.  
 ㄷ. 생산자는 광합성을 통해 빛에너지를 유기물의 화학 에너지로 전환한다. 이 에너지는 먹이 사슬 A → B → C를 따라 유기물의 형태로 이동한다.  
**바로알기** ㄴ. 에너지량은 상위 영양 단계로 갈수록 감소하므로 B가 C보다 많다.

## 04 꼼꼼 문제 분석

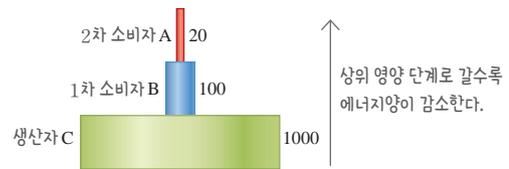


생태계에서 에너지는 먹이 사슬을 따라 한쪽 방향으로 흐르지만, 물질은 생물적 요인과 비생물적 요인 사이를 순환한다.

- ① ㉠은 태양으로부터 생태계로 들어와 먹이 사슬을 따라 한쪽 방향으로 흐르다가 결국 열의 형태로 방출되므로 에너지이다.  
 ② ㉡은 생물적 요인과 비생물적 요인 사이를 순환하므로 물질이다.  
 ③ 생산자는 광합성을 통해 빛에너지를 유기물의 화학 에너지로 전환한다.  
 ④ 생산자의 에너지는 먹이 사슬을 통해 유기물의 형태로 (가)로 전달된다.  
 ⑤ 세균과 곰팡이는 분해자(다)에 속한다.

**바로알기** ④ 1차 소비자(가)의 에너지는 생명 활동을 통해 열의 형태로도 방출되므로, 2차 소비자(나)와 분해자(다)에게 모두 전달되는 것은 아니다.

## 05 꼼꼼 문제 분석



- ㄴ. 에너지 효율(%) =  $\frac{\text{현 영양 단계의 에너지량}}{\text{전 영양 단계의 에너지량}} \times 100$ 으로 계산한다. A의 에너지 효율은  $\frac{20}{100} \times 100 = 20(\%)$ 이고, B의 에너지 효율은  $\frac{100}{1000} \times 100 = 10(\%)$ 이다. 따라서 에너지 효율은 A가 B보다 2배 높다.  
 ㄷ. 상위 영양 단계로 갈수록 이용할 수 있는 에너지량은 1000 → 100 → 20으로 점차 감소한다.  
**바로알기** ㄱ. 생태 피라미드의 가장 아래쪽에 있는 C는 생산자이다. B는 1차 소비자이고, A는 2차 소비자이다.

## 06 꼼꼼 문제 분석

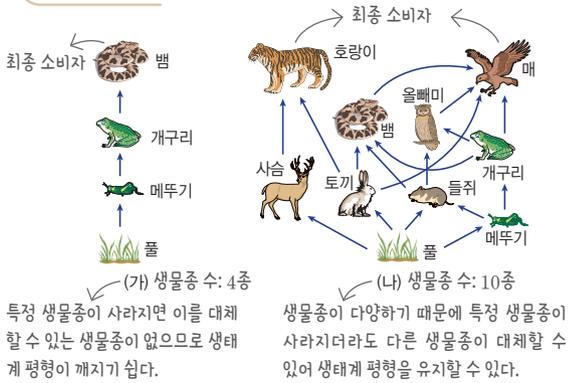
영양 단계	생물량(상댓값)	에너지량(상댓값)
A 3차 소비자	0.1	0.1
B 1차 소비자	1.25	26.8
C 생산자	17.7	280
D 2차 소비자	0.66	1.2

안정된 생태계에서는 상위 영양 단계로 갈수록 생물량, 에너지량이 감소하므로 이 생태계의 먹이 사슬은 C → B → D → A이다.

- ㄱ. A는 3차 소비자이고, D는 2차 소비자이므로 A는 D보다 상위 영양 단계이다.  
 ㄷ. C는 생산자로 광합성을 통해 무기물로부터 유기물인 탄수화물을 합성한다.

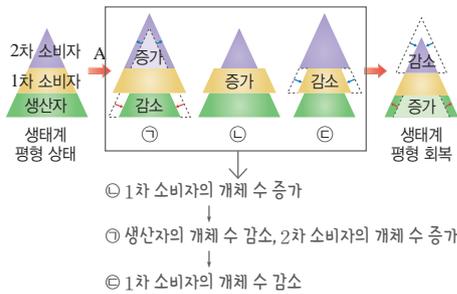
**바로알기** 나. 에너지는 먹이 사슬을 따라 한쪽 방향으로 흐르므로 1차 소비자(B)의 에너지는 생산자(C)로 이동하지 않는다.

**07** **공공 문제 분석**



ㄱ. (가)는 4종의 생물들로 구성되어 있고, (나)는 10종의 생물들로 구성되어 있으므로 종 다양성은 (가)보다 (나)가 높다.  
 ㄴ. 생물종이 다양하여 먹이 그물이 복잡할수록 생태계 평형이 잘 유지된다. 따라서 생태계의 안정성은 (가)보다 (나)가 높다.  
**바로알기** 나. (가)에서 최종 소비자인 뱀은 3차 소비자이지만 (나)에서 최종 소비자인 매는 4차 소비자이다. 따라서 영양 단계의 수는 (가)보다 (나)에서 많다.  
 ㄷ. (가)에서 최종 소비자는 뱀이지만, (나)에서 최종 소비자는 호랑이와 매이다.

**08** **공공 문제 분석**



ㄱ. 1차 소비자의 개체 수가 증가하면 1차 소비자의 먹이가 되는 생산자의 개체 수는 감소한다.  
 나. 일시적으로 한 영양 단계에 속하는 생물의 개체 수가 증가하거나 감소하여 생태계 평형이 깨지더라도 대부분 먹이 사슬에 의해 생태계 평형이 회복될 수 있다.  
**바로알기** ㄷ. 생태계 평형이 회복되는 과정을 순서대로 나열하면 ㉠ → ㉡ → ㉢ 순이다.

**09** ㄱ. A가 사라지면 A만을 먹이로 하는 C가 사라지고, C만을 먹이로 하는 F도 사라진다.

ㄷ. H가 사라지면 E의 개체 수가 일시적으로 증가하고, E가 먹이로 하는 B의 개체 수는 일시적으로 감소한다.

**바로알기** 나. 에너지는 하위 영양 단계에서 상위 영양 단계로 이동한다. 따라서 G가 C와 D로부터 에너지를 얻는다.

**10** B: 생태계를 구성하는 생물종이 많아 먹이 그물이 복잡할수록 생태계 평형이 잘 유지된다.  
 C: 가뭄, 홍수 등의 자연재해는 생물의 서식지를 파괴하고, 먹이 그물에 변화를 일으켜 생태계 평형을 깨뜨릴 수 있다.

**바로알기** A: 생태계 평형은 생태계를 구성하는 생물의 종류와 개체 수, 물질의 양, 에너지 흐름 등이 안정된 상태를 유지하는 것이다.

- 11** ① 훼손된 생물의 서식지를 복원하기 위해 생태 하천 복원 사업을 실시하는 것은 생태계 보전을 위한 방법이다.  
 ② 삼림이나 하천 등 생물의 서식지를 함부로 훼손하지 않도록 엄격하게 규제하는 것은 생태계 보전을 위한 방법이다.  
 ③ 도시에 옥상 정원을 가꾸고 숲을 조성하면 생물의 서식지가 늘어나고, 열섬 현상을 줄일 수 있다.  
 ⑤ 멸종 위기에 처한 야생 생물을 천연 기념물로 지정하여 보호하는 것은 생태계 보전을 위한 방법이다.  
**바로알기** ④ 간척 사업은 생물의 서식지를 파괴하는 것이므로 생태계를 파괴하는 요인이다.

**12** 생태계에서 먹이 관계의 시작이면서 다른 생물에게 먹히기만 하고 다른 생물을 먹지 않는 종이 생산자이다. 또 생태계에서 특정 종의 개체 수가 감소하면 상위 영양 단계의 개체 수는 감소하고, 하위 영양 단계의 개체 수는 증가한다.

**모범 답안** (1) A, B  
 (2) C가 사라지면 C의 먹이가 되는 A의 개체 수는 증가하고, C를 먹이로 하는 F와 G의 개체 수는 감소한다. 특히 F는 C만을 먹이로 하므로 C가 사라지면 F도 사라진다.

채점 기준	배점
(1) A, B를 모두 쓴 경우	30 %
A, F, G의 개체 수 변화를 모두 옳게 서술한 경우	70 %
(2) A, F, G의 개체 수 변화 중 두 가지만 옳게 서술한 경우	50 %
A, F, G의 개체 수 변화 중 한 가지만 옳게 서술한 경우	30 %

**13** 에너지가 영양 단계를 거칠 때마다 그 영양 단계에 속한 생물의 생명 활동을 통해 열에너지가 방출된다.

**모범 답안** (가), 에너지가 다음 영양 단계로 이동할 때마다 각 영양 단계에서 생명 활동을 통해 열에너지로 방출되고 남은 에너지의 일부가 다음 영양 단계로 이동한다. 따라서 영양 단계를 적게 거치는 (가)가 (나)보다 사람에게 전달되는 에너지양이 많다.

채점 기준	배점
(가)를 쓰고, 그 근거를 옳게 서술한 경우	100 %
(가)만 쓴 경우	50 %

14 포식자의 개체 수가 감소하면 피식자의 개체 수가 증가하고, 피식자의 개체 수가 증가하면 포식자의 개체 수가 증가한다.

**모범 답안** 해달의 개체 수가 감소하면 해달의 먹이인 성게의 개체 수가 증가하고 성게의 먹이인 해초의 개체 수는 감소한다. 성게의 개체 수가 증가함에 따라 성게를 먹이로 하는 해달의 개체 수는 증가하고 성게의 개체 수는 다시 감소하게 된다. 그 결과 해초의 개체 수는 다시 증가하여 생태계가 평형을 회복한다.

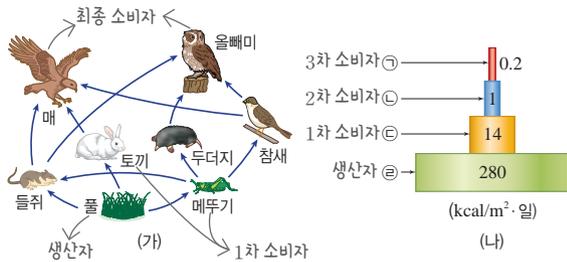
채점 기준	배점
해초, 성게, 해달의 먹이 관계를 통해 생태계 평형이 회복되는 과정을 옳게 서술한 경우	100 %
해초, 성게, 해달의 먹이 관계를 통해 생태계 평형이 회복되는 과정을 서술하였으나 일부 과정이 누락된 경우	50 %

## 실력 UP 문제

311쪽

01 ③ 02 ④ 03 ⑤ 04 ①

### 01 품공 문제 분석

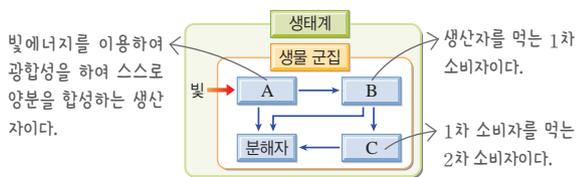


ㄱ. (나)에서 ㉞은 생산자를 먹이로 하는 1차 소비자이다. (가)에서 토끼와 메뚜기는 생산자인 풀을 먹는 1차 소비자(㉞)에 해당한다.

ㄴ. 안정된 생태계에서는 생물량과 개체 수도 상위 영양 단계로 갈수록 감소하여 (나)와 같은 피라미드 형태를 나타낸다.

**바로알기** ㄴ. 들쥐의 개체 수가 증가하면 들쥐를 먹이로 하는 매와 올빼미의 개체 수도 증가한다.

### 02 품공 문제 분석

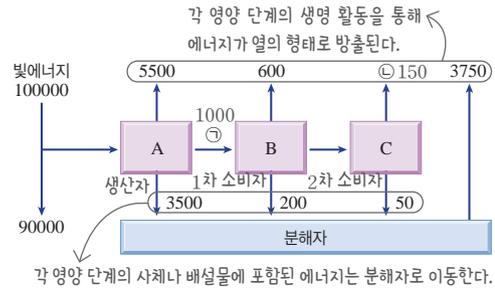


ㄱ. A는 광합성을 하여 스스로 양분을 합성하는 생산자이다.  
 ㄴ. 먹이 사슬에서 에너지는 유기물의 형태로 이동하며, 상위 영양 단계로 갈수록 이동하는 에너지의 양이 줄어든다. 따라서 안정된 생태계에서 유기물의 이동량은 '생산자(A) → 1차 소비자(B)'로

이동하는 양이 '1차 소비자(B) → 2차 소비자(C)'로 이동하는 양보다 많다.

**바로알기** ㄴ. 생물 집단이 보유한 에너지량은 가장 하위 영양 단계인 생산자(A)가 가장 많다.

### 03 품공 문제 분석



각 영양 단계의 에너지량 = 열에너지로 방출된 에너지량 + 분해자로 이동한 에너지량 + 다음 영양 단계로 이동한 에너지량

각 영양 단계의 생물이 가진 에너지 중 일부는 그 생물의 생명 활동을 통해 열에너지로 방출되고, 일부는 사체나 배설물에 포함되어 분해자로 이동하며, 나머지는 먹이 사슬을 통해 다음 영양 단계의 생물로 이동한다.

ㄱ. 빛에너지 중에서 생산자(A)로 유입된 에너지량은 100,000 - 90,000 = 10,000이다. 이 중 생산자에서 생명 활동으로 5,500이 방출되고, 사체와 배설물로 분해자에게 3,500이 이동하였으므로 1차 소비자(B)로 이동한 에너지량 ㉠ = 10,000 - (5,500 + 3,500) = 1,000이다. 같은 원리로, 1차 소비자(B)에서 2차 소비자(C)로 이동한 에너지량은 1,000 - (600 + 200) = 200이다.

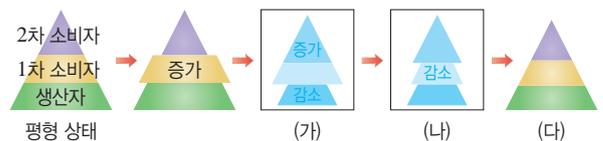
ㄴ. C의 에너지는 생명 활동으로 ㉡이 방출되고, 사체와 배설물로 분해자에게 50이 이동하였다. 따라서 C의 에너지량 = ㉡ + 50 = 200이고, ㉢은 150이다.

ㄴ. A의 에너지량은 10,000이고, C의 에너지량은 200이므로 에너지량은 A가 C의 50배이다.

04 ㄱ. 1차 소비자의 개체 수가 증가하였으므로 (가)에서는 1차 소비자를 먹이로 하는 2차 소비자의 개체 수가 증가한다.

**바로알기** ㄴ. (가)에서 2차 소비자의 개체 수가 증가하면 (나)에서 2차 소비자의 먹이인 1차 소비자의 개체 수가 감소한다. 따라서 1차 소비자의 개체 수는 (가)보다 (나)에서 더 적다.

ㄴ. (다)에서 생태계 평형이 회복되었다는 것은 새로운 평형 상태에 도달했다는 것이지 원래의 개체 수로 돌아갔다는 것을 의미하는 것은 아니다.



# 3 지구 환경 변화와 인간 생활

## 개념 확인 문제

314쪽

- ① 내적    ② 외적    ③ 온난    ④ 지구 온난화  
 ⑤ 온실 기체    ⑥ 융해    ⑦ 열팽창    ⑧ 감소    ⑨ 상승

- 1 (1) × (2) ○ (3) ○ (4) × (5) ○    2 ㄱ, ㄴ, ㄷ    3 ㉔  
 4 ㉑ 화석 연료, ㉒ 이산화 탄소    5 (1) ○ (2) × (3) ○ (4) ×

- 1 (1) 빙하는 햇빛을 잘 반사하므로 빙하 면적이 감소한 지역은 지표면의 반사율이 감소한다.  
 (2) 화산재는 햇빛의 대기 투과율을 낮추어 지구 기온을 낮춘다.  
 (3) 지구 자전축의 기울기 변화로 인한 기후 변화는 지구의 운동과 태양의 관계에서 일어나므로 지구 외적 원인에 해당한다.  
 (4) 인간 활동에 의해 지표면의 반사율이 변하거나 이산화 탄소가 배출되는 등 대기 조성이 변하면 기후 변화가 일어날 수 있다.  
 (5) 지질 시대에는 빙하기와 간빙기가 여러 차례 반복되었다.

- 2 ㄱ. 빙하 코어를 분석하여 과거 대기 조성을 알 수 있다.  
 ㄴ. 해저 퇴적물 속에서 발견된 화석의 서식 환경을 연구하여 과거의 기후를 알 수 있다.  
 ㄷ. 나무의 나이테 연구로 과거의 강수량이나 기후를 알 수 있다.  
 ㄹ. 화성암의 생성 과정 연구로는 기후 변화를 알 수 없다.

- 3 질소는 지구 대기 성분의 약 78%를 차지하는 기체이며, 온실 기체가 아니다.

- 4 산업 혁명 이후 화석 연료의 사용량이 증가하였고, 화석 연료의 연소 과정에서 온실 기체인 이산화 탄소가 배출되었다.

- 5 (2) 봄꽃의 개화 시기가 점차 빨라지고 있다.  
 (4) 20세기에 한반도의 평균 기온 상승률은 지구 전체의 평균 기온 상승률의 약 2배이다.

## 개념 확인 문제

317쪽

- ① 무역풍    ② 편서풍    ③ 아열대 고압대    ④ 바람  
 ⑤ 편서풍    ⑥ 난류    ⑦ 사막화    ⑧ 엘니뇨    ⑨ 라니냐

- 1 A: 해들리 순환, B: 페렐 순환, C: 극순환    2 (1) ○ (2) × (3) ○ (4) ○ (5) ×    3 ⑤    4 ㄴ, ㄷ    5 (1) × (2) × (3) ○  
 6 평상시: B, 엘니뇨: A

- 2 (1) 대기 대순환의 바람에 의해 형성된 표층 해류는 동서 방향으로 흐르고, 대륙에 막히면 남북 방향으로 흐른다.  
 (2) 북태평양 해류는 편서풍에 의해 서에서 동으로 흐른다.  
 (3) 쿠로시오 해류는 저위도에서 고위도로 흐르는 난류이다.  
 (4) 멕시코만류는 북대서양에서 저위도에서 고위도로 흐르는 난류이므로 북쪽으로 흐른다.  
 (5) 남극 순환 해류는 편서풍에 의해 서에서 동으로 흐른다.

- 3 황사 발생 빈도 증가는 사막화의 영향으로 일어나는 현상이다.

- 4 사막은 증발량이 강수량보다 많아 기후가 건조한 지역에 주로 분포한다. 따라서 하강 기류가 발달하여 고압대가 형성된 위도 30° 부근에 많이 분포한다. 적도 부근은 상승 기류가 발달하여 저압대가 형성되므로 사막이 거의 분포하지 않는다.

- 5 (1), (2) 엘니뇨는 평상시보다 무역풍이 약해질 때, 적도 부근의 따뜻한 표층 해수가 동쪽으로 이동하여 적도 부근 동태평양 해역의 표층 수온이 평상시보다 높게 유지되는 현상이다.  
 (3) 엘니뇨는 대기 대순환의 변화에 따라 해수의 이동이 변하여 발생하므로 기권과 수권의 상호 작용으로 발생한다.

- 6 평상시에는 무역풍에 의해 적도 부근의 따뜻한 표층 해수가 서쪽으로 이동(B)한다. 엘니뇨는 무역풍이 약해질 때 발생하므로 적도 부근의 따뜻한 표층 해수가 동쪽으로 이동(A)한다.

## 내신 안정 문제

318~320쪽

- 01 ⑤    02 ②    03 ③    04 ⑤    05 ⑤    06 ㄱ, ㄷ  
 07 ⑤    08 A: 극동풍, B: 편서풍, C: 무역풍    09 ④    10 ①  
 11 ⑤    12 ①    13 ③    14 ⑤    15 ①    16 해설 참조  
 17 해설 참조    18 해설 참조    19 해설 참조    20 해설 참조

- 01 ① 대기와 해수는 에너지를 수송하므로 대기와 해수의 순환이 변하면 기후가 변한다.  
 ② 지구 자전축의 기울기, 지구 자전축의 기울기 방향, 지구 공전 궤도 모양 등의 변화로 태양 복사 에너지의 입사량이 변하면 기후가 변한다.  
 ③ 다량의 화산재는 햇빛을 차단하므로 햇빛의 투과율을 낮춘다.  
 ④ 대기 중의 이산화 탄소 농도가 증가하면 온실 효과가 강화되어 기온이 상승한다.  
**바로알기** ⑤ 빙하는 햇빛을 잘 반사하므로 빙하 면적이 증가하면 태양 복사 에너지의 지표면 반사율이 증가하여 흡수율이 감소한다.

**02** ㄱ. (가)는 화산 분출로 방출된 화산재로 인해 햇빛의 대기 투과율이 변하는 것으로, 지구 내적 원인이다.

ㄴ. (다) 자전축의 기울기가 변한 상태로 지구가 태양 주위를 공전하면 여름과 겨울에 지구가 받는 태양 복사 에너지의 양이 변하여 기온의 연교차가 변하는 등 기후 변화가 일어난다.

**바로알기** ㄴ. 화산 분출로 대기 중으로 방출된 화산재는 햇빛의 대기 투과율을 감소시키므로 지구의 기온이 하강한다.

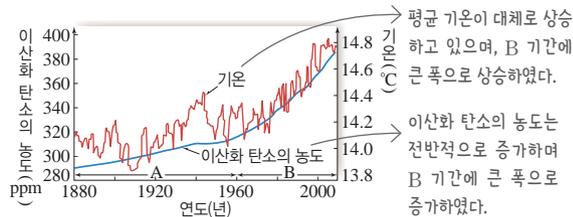
ㄷ. (나) 대륙 이동은 지구상에서 일어나는 변화이므로 지구 내적 원인이다. (다) 지구 자전축의 기울기 변화는 태양 복사 에너지의 입사량을 변화시켜 기후 변화가 발생하므로 지구 외적 원인(천문학적 원인)이다.

**03** ㄱ. 빙하 코어에 포함된 대기 조성, 미량 원소의 변화 등을 통해 수십만 년 단위의 기후를 연구할 수 있다.

ㄴ. 기후에 따라 화석으로 산출되는 꽃가루의 종류가 달라지므로 이를 통해 수억 년 단위의 기후를 연구할 수 있다.

ㄷ. 나무의 나이테는 기온과 강수량에 따라 폭이 달라지므로 이를 통해 1만 년 전~수십 년 전의 기후를 연구할 수 있다. 따라서 가장 오래 전의 기후를 알 수 있는 것부터 나열하면 ㄴ → ㄱ → ㄷ이다.

**04** **공공 문제 분석**



ㄱ. 이 기간 동안 이산화 탄소의 농도와 평균 기온이 상승하는 경향이 비슷하므로 대기 중 이산화 탄소의 농도 변화로 지구의 평균 기온이 상승하였을 것이다.

ㄴ. A 기간보다 B 기간에 기온 그래프의 기울기가 급하므로 기온 상승률은 A 기간보다 B 기간에 더 컸다.

ㄷ. 이 기간 동안 지구의 평균 기온이 상승하였으므로 빙하가 녹아 지구의 빙하 면적은 감소하였을 것이다.

**05** ① 지구의 평균 기온이 상승하면 빙하가 용해되고 해수가 열팽창하여 해수면이 상승한다.

② 지구 온난화로 해수면이 상승하면 해안 저지대가 침수된다.

③ 태풍의 에너지원은 해수에서 증발한 수증기의 응결열이므로 수온이 상승하면 증발량이 증가하여 태풍의 강도가 강해진다.

④ 멸종하는 생물이 증가하여 생물 다양성이 감소할 수 있다.

**바로알기** ⑤ 대기 중의 이산화 탄소가 증가하면 해수에 녹은 이산화 탄소가 증가하므로 해양 산성화가 일어난다.

**06** ㄱ. 이 기간 동안 우리나라와 지구 전체의 평균 기온이 상승하였으므로 대기 중 이산화 탄소의 농도가 증가하였을 것이다.

ㄷ. 우리나라의 기온 상승 폭이 지구 전체의 기온 상승 폭보다 크므로 우리나라는 지구 전체보다 온난화의 영향이 컸다.

**바로알기** ㄴ. 평균 기온이 상승하였으므로 강물의 결빙 일수는 감소하였을 것이다.

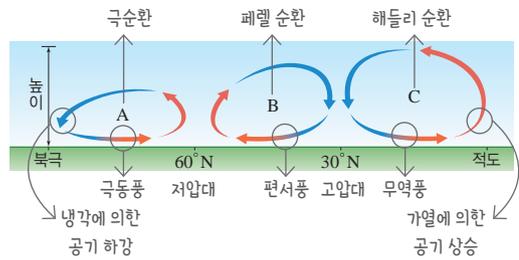
**07** ⑤ 지구 온난화의 영향으로 우리나라 주변 해양의 수온이 상승하므로 난류성 어종이 증가한다.

**바로알기** ① 지구 온난화의 영향으로 우리나라의 아열대 기후구는 북쪽으로 확대된다.

②, ③ 여름이 길어지고, 겨울이 짧아져 봄꽃의 개화 시기가 빨라진다.

④ 여름이 길어지고, 평균 기온이 상승하여 열대야 일수가 증가한다.

**[08~09]** **공공 문제 분석**



**08** 북반구에서는 바람이 진행 방향의 오른쪽으로 휘어진다.

• A의 지상에서 부는 바람: 북극에서 위도 60°N으로 이동하던 공기가 오른쪽으로 휘어져 동에서 서로 극동풍이 분다.

• B의 지상에서 부는 바람: 위도 30°N에서 위도 60°N으로 이동하던 공기가 오른쪽으로 휘어져 서에서 동으로 편서풍이 분다.

• C의 지상에서 부는 바람: 위도 30°N에서 적도로 이동하던 공기가 오른쪽으로 휘어져 동에서 서로 무역풍이 분다.

**09** ① 저위도는 흡수하는 태양 복사 에너지의 양이 방출하는 지구 복사 에너지의 양보다 많아 에너지가 남는다. 따라서 공기가 가열되어 적도 부근에서는 상승 기류가 형성된다.

② 적도에서 가열된 공기가 상승하고, 극에서 냉각된 공기가 하강하여 순환을 이루는데, 지구가 자전하여 3개의 순환 세포가 형성된다.

③ A는 극순환, B는 페렐 순환, C는 해들리 순환이다.

⑤ 적도 부근에는 상승 기류가 발달하여 저압대가 형성되므로 기후가 습하여 열대 우림이 많이 분포한다.

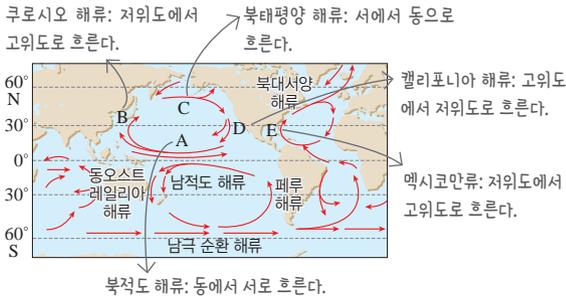
**바로알기** ④ B와 C 사이에는 하강 기류가 발달하므로 고압대가 형성된다.

10 ② 바람에 의해 동서 방향으로 흐르던 해류가 대륙에 막히면 방향이 바뀌어 남북 방향으로 흐른다.

- ③ 해류는 저위도의 남의 에너지를 고위도로 운반하는 역할을 한다.
- ④ 남극 순환 해류는 대륙에 막히지 않아 지구 주위를 순환한다.
- ⑤ 북반구의 아열대 해역에서는 시계 방향으로, 남반구의 아열대 해역에서는 시계 반대 방향으로 표층 순환이 일어난다.

**바로알기** ① 해수의 표층 순환은 해수면 위에서 지속적으로 부는 대기 대순환의 바람에 의해 발생한다.

11 **꼼꼼 문제 분석**



- ㄱ. A는 무역풍에 의해 동에서 서로 흐르고, C는 편서풍에 의해 서에서 동으로 흐른다.
- ㄴ. B는 저위도에서 고위도로 흐르는 난류이고, D는 고위도에서 저위도로 흐르는 한류이다.
- ㄷ. B와 E는 난류이므로 저위도의 에너지를 고위도로 운반한다.

12 ② 강수량이 적고 증발량이 많은 지역은 기후가 건조하여 사막이 주로 분포한다.

- ③ 대기 대순환의 변화로 증발량이 강수량보다 많아져 가뭄이 지속되면 사막화가 촉진될 수 있다.
- ④, ⑤ 무분별한 삼림 벌채는 사막화의 원인이 된다. 따라서 숲의 면적을 늘리면 사막화를 방지할 수 있다.

**바로알기** ① 사막은 주로 고압대가 형성되어 건조한 기후가 나타나는 위도 30° 부근의 중위도 지역에서 발달한다. 적도 부근은 저압대가 형성되어 열대 우림이 잘 발달한다.

13 ㄱ. 사막은 주로 위도 30° 부근에 분포한다. 이 지역은 대기 대순환에서 하강 기류가 발달하여 고압대가 형성되는 곳으로, 건조한 기후가 나타난다.

ㄴ. 사막화는 건조한 지역이 넓어지면서 사막 주변 지역의 토지가 황폐해져 점차 사막으로 변하는 현상이다.

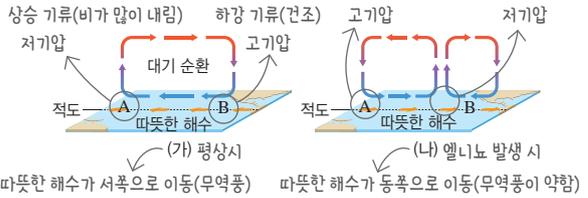
**바로알기** ㄷ. 타클라마칸 사막이나 고비 사막은 중위도에 위치하므로 이곳의 모래 먼지는 편서풍을 타고 동쪽으로 이동하여 우리나라 부근의 황사 발생에 영향을 준다. 따라서 고비 사막 주변의 사막화는 우리나라의 황사 발생 빈도를 증가시킨다.

14 무역풍이 약해지는 시기에는 엘니노가 발생한다. ㄷ, ㄴ. 무역풍이 약해져 적도 부근의 따뜻한 표층 해수가 동쪽으로 이동하면, 동태평양에서 찬 해수의 용승은 약해진다. 심해에서 올라오는 찬 해수에는 영양분이 풍부하므로 찬 해수의 용승이 약해지면 어획량이 감소한다.

**바로알기** ㄱ. 무역풍이 약해지면 적도 부근의 따뜻한 표층 해수가 동쪽으로 이동하여 동태평양의 표층 수온은 높아진다.

ㄴ. 해수의 표층 수온이 높아지면 증발량이 많아지고 상승 기류가 발달하여 강수량이 증가한다. 따라서 홍수가 발생하기도 한다.

15 **꼼꼼 문제 분석**



ㄱ. (가)는 따뜻한 해수가 서쪽으로 이동하여 동태평양의 표층 수온이 낮고, (나)는 따뜻한 해수가 동쪽으로 이동하여 동태평양의 표층 수온이 높으므로 (가)는 평상시, (나)는 엘니노 발생 시이다.

**바로알기** ㄴ. (가)에서 A 해역은 B 해역보다 표층 수온이 높고 상승 기류가 발달하므로 해수가 많이 증발하고 구름이 잘 발달한다. 따라서 강수량은 A 해역이 B 해역보다 많다.

ㄷ. A 해역은 (가)일 때 저기압이 발달하고, (나)일 때 고기압이 발달하므로 A 해역의 해수면 평균 기압은 (나)가 (가)보다 높다.

16 **모범 답안** 지구의 평균 기온이 상승하여 빙하가 녹아 해수로 유입되고, 해수의 열팽창이 일어나 해수의 부피가 증가하였기 때문이다.

채점 기준	배점
빙하의 용해와 해수의 열팽창 내용을 모두 포함하여 옳게 서술한 경우	100 %
둘 중 한 가지만 포함하여 옳게 서술한 경우	50 %

17 **모범 답안** 대기 대순환은 위도에 따른 에너지 불균형에 의해 일어나고, 지구의 자전에 의해 3개의 순환 세포로 만들어진다.

채점 기준	배점
대기 대순환의 원인과 3개의 순환 세포가 형성되는 까닭을 모두 옳게 서술한 경우	100 %
대기 대순환의 원인과 3개의 순환 세포가 형성되는 까닭 중 한 가지만 옳게 서술한 경우	50 %

18 북태평양에서는 시계 방향의 큰 순환이 형성되는데, 이를 아열대 순환이라고 한다. 아열대 순환은 북적도 해류(무역풍에 의해 발생) → 쿠로시오 해류(난류) → 북태평양 해류(편서풍에 의해 발생) → 캘리포니아 해류(한류)로 이어진다.

**모범 답안** 무역풍에 의해 북적도 해류가 동에서 서로 흐르고, 편서풍에 의해 북태평양 해류가 서에서 동으로 흐른다.

채점 기준	배점
무역풍과 편서풍에 의해 형성되는 해류의 이름과 이동 방향을 모두 옳게 서술한 경우	100 %
무역풍이나 편서풍 중 한 가지에 의해 형성된 해류의 이름과 이동 방향만 옳게 서술한 경우	50 %
무역풍과 편서풍에 의해 형성된 해류의 이름만 모두 옳게 쓴 경우	50 %

**19** **모범 답안** • 자연적인 원인: 대기 대순환의 변화에 의해 발생한 지속적인 가뭄으로 사막화가 일어난다.

• 인위적인 원인: 과도한 방목, 과도한 경작, 무분별한 삼림 벌채 등에 의해 토지가 황폐화되어 사막화가 일어난다.

채점 기준	배점
자연적인 원인을 대기 대순환의 변화로 서술하고, 인위적인 원인을 제시한 것 중 한 가지를 포함하여 옳게 서술한 경우	100 %
자연적인 원인과 인위적인 원인 중 한 가지만 옳게 서술한 경우	50 %

**20** A는 평상시보다 동태평양의 표층 수온이 높은 엘니뇨, B는 평상시보다 동태평양의 표층 수온이 낮은 라니냐 시기이다.

**모범 답안** A 시기에 엘니뇨가 발생하였고, 동태평양에서는 강수량이 증가하여 홍수가 발생할 수 있다. B 시기에 라니냐가 발생하였고, 동태평양에서는 강수량이 감소하여 가뭄이 발생할 수 있다.

채점 기준	배점
엘니뇨와 라니냐 시기를 옳게 고르고, 기상 재해를 옳게 서술한 경우	100 %
엘니뇨와 라니냐 시기만 옳게 고른 경우	50 %

**실력 UP 문제**

321쪽

- 01 ②    02 ③    03 해설 참조    04 ③    05 ②

**01** ㄷ. 현재 북반구는 원일점에서 여름이고 근일점에서 겨울이지만, 지구 자전축의 기울기 방향이 반대가 되면 원일점에서 겨울이 되고 근일점에서 여름이 된다.

**바로알기** ㄱ. 지구 자전축의 기울기 변화는 지구 외적 원인이다.  
 ㄴ. 지구 자전축의 기울기가 작아지면 여름에는 태양 복사 에너지의 입사량이 적어지고 겨울에는 태양 복사 에너지의 입사량이 많아진다. 따라서 기온의 연교차가 작아진다.

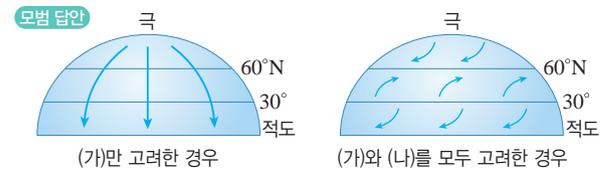
**02** ③ 빙하가 형성될 때 대기 중 공기 방울이 빙하 속에 갇히므로 빙하 코어를 연구하여 과거의 대기 조성을 알 수 있다.

**바로알기** ① 나무의 나이테 연구로 1만 년 전~수십 년 전의 기후를 알 수 있고, 빙하 연구로 수십만 년 단위의 기후를 알 수 있다.  
 ② 온난한 기후에는 나무의 성장 속도가 빨라지므로 나무의 나이테 간격이 넓어진다.

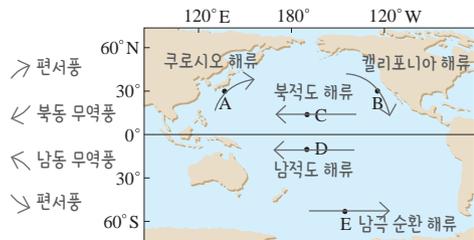
④ 기온이 높을수록 빙하를 이루는 물 분자의 산소 동위 원소비( $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$ )가 높으므로 빙하 코어에 포함된 산소 동위 원소비( $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$ )가 낮았던 시기는 한랭한 기후였다.

⑤ 기온이 높을수록  $^{18}\text{O}$ 의 증발이 잘 일어나 해수 속  $^{18}\text{O}$ 의 비율과 해양 생물 속  $^{18}\text{O}$ 의 비율이 낮아진다. 따라서 해양 생물 속의 산소 동위 원소비( $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$ )가 낮았던 시기는 온난한 기후였다.

**03** (가)만 고려할 경우, 위도별 에너지 불균형에 의해 적도에서 상승한 공기가 극으로 이동하고, 극에서 하강한 공기는 지표를 따라 적도 쪽으로 이동하여 북반구 지상에서는 북풍이 분다. (가)와 (나)를 모두 고려할 경우, 지구 자전의 영향을 받아 대기 대순환이 3개의 순환 세포를 형성하므로 각 순환 세포의 지상에서는 극동풍, 편서풍, 무역풍이 분다.



**04** **품종 문제 분석**



ㄱ. A에서는 난류가 북쪽으로 흐르고, B에서는 한류가 남쪽으로 흐른다. 따라서 고위도로의 에너지 수송량은 A가 B보다 많다.

ㄷ. E는 남반구의 편서풍대에 위치하므로 E에서는 편서풍에 의해 서에서 동으로 남극 순환 해류가 흐른다.

**바로알기** ㄴ. C에서는 북동 무역풍에 의해 동에서 서로 해류가 흐르고, D에서는 남동 무역풍에 의해 동에서 서로 해류가 흐른다. 따라서 C와 D에서 흐르는 해류의 방향은 서로 같다.

**05** 평상시보다 동태평양 적도 부근 해역의 표층 수온이 높은 시기는 엘니뇨이고, 낮은 시기는 라니냐이다.

ㄷ. 표층 수온이 높은 곳에서 해수의 증발이 잘 일어나고 상승 기류가 발달하여 강수량이 많으므로 적도 부근 동태평양의 홍수 피해 가능성은 (가)보다 (나) 시기에 높았다.

**바로알기** ㄱ. 적도 부근 동태평양 해역의 표층 수온이 (나) 시기에 더 높으므로 (가)는 라니냐 시기, (나)는 엘니뇨 시기이다.

ㄴ. 무역풍은 적도 부근의 따뜻한 표층 해수를 서쪽으로 이동시키므로 (나)보다 동태평양의 표층 수온이 낮은 (가) 시기에 강했다.

# 4 에너지 전환과 효율적 이용

## 개념 확인 문제

324쪽

- ① 에너지    ② J(줄)    ③ 화학 에너지    ④ 전환    ⑤ 전기  
 ⑥ 화학    ⑦ 보존    ⑧ 열에너지

- 1 (1) 파동 에너지 (2) 핵에너지 (3) 열에너지 (4) 빛에너지    2 빛  
 3 ㉠ 운동, ㉡ 화학, ㉢ 빛    4 (1) ○ (2) × (3) ○    5 (1) 에너지  
 보존 (2) 열에너지    6 260 J

- 1 (1) 소리나 파도를 포함하여 지진파 등과 같이 파동이 전달하는 에너지를 파동 에너지라고 한다.  
 (2) 무거운 원자핵이 분열하거나 가벼운 원자핵이 융합할 때 발생하는 에너지를 핵에너지라고 한다.  
 (3) 물체를 이루는 원자나 분자의 진동이 클수록 물체의 온도가 높은 현상과 관련 있는 에너지를 열에너지라고 한다.  
 (4) 눈에 보이는 빛인 가시광선이나 눈에 보이지 않는 자외선과 같이 빛의 형태로 전달되는 에너지를 빛에너지라고 한다.

2 전구는 전기를 이용하여 불을 밝히므로 전기 에너지가 빛에너지로 전환되는 장치이며, 식물의 광합성은 태양빛을 이용하여 포도당을 합성하는 과정이므로 빛에너지가 화학 에너지로 전환되는 과정이다. 또 태양에서 나오는 빛에너지는 태양에서 핵에너지가 전환된 것이다.

- 3 (1) 폭포에서 물이 흘러내릴 때 높은 곳의 물이 가진 퍼텐셜 에너지가 운동 에너지로 전환된다.  
 (2) 반딧불이는 배 부분의 발광 물질에서 빛을 방출하므로, 화학 에너지가 빛에너지로 전환된다.  
 (3) 번개는 전기를 띤 구름과 지표면 사이에서 전자가 이동할 때 빛이 방출되는 현상이므로, 전기 에너지가 빛에너지로 전환된다.

- 4 (1) 에너지는 한 형태에서 다른 형태, 즉 다른 종류의 에너지로 전환될 수 있다.  
 (2) 텔레비전에서 발생하는 열에너지를 포함하여 화면에서 나오는 빛에너지나 스피커에서 나오는 소리 에너지는 모두 공간으로 퍼져 나가는데, 이를 회수하여 다시 사용할 수는 없다.  
 (3) 에너지는 여러 단계의 전환 과정을 거치면서 점점 다시 사용하기 어려운 형태인 열에너지로 전환된다.

5 (1) 에너지는 전환될 수 있지만 전환 과정에서 에너지가 새로 생기거나 없어지지 않고, 에너지의 전체 양이 항상 일정하게 보존되는 법칙을 에너지 보존 법칙이라고 한다.

(2) 에너지가 전환되는 과정에서 일부는 다시 사용하기 어려운 형태의 열에너지로 전환되어 버려진다.

6 에너지 보존 법칙에 따라 연료의 화학 에너지양과 각 부분에서 소비된 에너지양의 합이 같다.  $1000 \text{ J} = 450 \text{ J} + \text{㉠} + 200 \text{ J} + 90 \text{ J}$ 에서  $\text{㉠} = 260 \text{ J}$ 이다. 따라서 엔진 피스톤의 운동 에너지양 ㉠은 260 J이다.

## 개념 확인 문제

327쪽

- ① 효율    ② 작    ③ 열기관    ④ 일    ⑤ 높    ⑥ 에너지 소비 효율

- 1 (1) ○ (2) × (3) ×    2 ㉠  $Q_1$ , ㉡  $W$ , ㉢  $Q_2$     3 ㄱ, ㄴ  
 4 20 %    5 (1) B (2) B    6 (1) × (2) ○ (3) ○  
 7 하이브리드 자동차

- 1 (2) 공급한 에너지의 양이 같을 때, 에너지 효율이 높을수록 버려지는 열에너지의 양은 적다.  
 (3) 에너지를 이용하는 과정에서 항상 에너지의 일부가 불필요한 열에너지로 전환되므로, 에너지 효율은 100%가 될 수 없다.

2 열기관은 열에너지를 일로 전환시키는 장치로, 고열원에서 열에너지  $Q_1$ 을 공급받아 외부에 일  $W$ 를 하고 저열원으로 열에너지  $Q_2$ 를 방출한다.

3 ㄱ. 열기관의 열효율은 열기관에 공급된 에너지에 대해 열기관이 한 일의 비율이므로,  $e = \frac{W}{Q_1} \times 100$ 이다.

ㄴ. 에너지 보존 법칙에 따라  $Q_1 = W + Q_2$ 에서  $W = Q_1 - Q_2$ 이므로, 열효율  $e = \left( \frac{Q_1 - Q_2}{Q_1} \right) \times 100$ 이다.

ㄷ.  $e = \left( \frac{Q_1 - Q_2}{Q_1} \right) \times 100 = \left( 1 - \frac{Q_2}{Q_1} \right) \times 100$ 이다.

4 열효율(%) =  $\frac{100 \text{ J}}{500 \text{ J}} \times 100 = 20 \%$

- 5 (1) A와 B의 밝기가 같을 때, 소비하는 전기 에너지의 양은 에너지 효율이 높은 B가 더 적다.  
 (2) A와 B의 밝기가 같을 때, 에너지 효율이 높을수록 버려지는 열에너지가 더 적으므로 B에서 버려지는 열에너지가 더 적다.

6 (1) 에너지 효율이 높은 제품을 사용해야 에너지를 절약할 수 있다.

(2) 에너지 절약 표시가 붙은 제품은 대기 전력을 줄인 제품이므로, 에너지 절약 표시가 붙은 제품을 사용하면 에너지를 절약할 수 있다.

(3) 전기 제품은 사용하지 않을 때에도 대기 전력을 소비하므로 전기 제품을 사용하지 않을 때는 플러그를 뽑아 두어야 대기 전력을 줄일 수 있다.

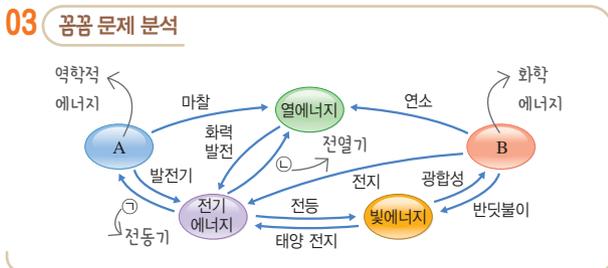
**7** 하이브리드 자동차는 엔진, 배터리, 전기 모터를 함께 사용하는 자동차로, 브레이크를 밟는 동안 자동차의 운동 에너지를 전기 에너지로 전환하여 다시 사용한다. 따라서 일반 자동차보다 에너지 효율이 높다.

**내신 안정 문제** 328~330 쪽

01 ④	02 ①	03 ②	04 나, 다	05 ⑤	06 ①
07 ③	08 ③	09 ⑤	10 ①	11 10 kJ	12 168 J
13 ④	14 ③	15 ⑤	16 ⑤	17 해설 참조	
18 해설 참조					

**01** 나. 에너지는 일을 할 수 있는 능력이다.  
 다. 한 형태의 에너지는 다른 형태의 에너지로 전환될 수 있으며, 에너지가 전환될 때 에너지의 전체 양은 일정하다.  
**바로알기** 가. 에너지와 일은 서로 전환될 수 있는 양이므로 단위도 J(줄)로 같다.

**02** ② 광합성은 태양의 빛을 이용하여 포도당을 합성하는 과정이므로 빛에너지가 화학 에너지로 전환된다.  
 ③ 선풍기는 전기를 이용하여 날개를 돌리므로 전기 에너지가 운동 에너지로 전환된다.  
 ④ 충전기는 전기를 이용하여 전지에 화학 에너지를 저장하는 장치이므로 전기 에너지가 화학 에너지로 전환된다.  
 ⑤ 전기 밥솥은 전기를 이용하여 발생시킨 열로 밥을 지으므로, 전기 에너지가 열에너지로 전환된다.  
**바로알기** ① 폭포는 높은 곳에 있는 물이 아래로 떨어지므로 퍼텐셜 에너지가 운동 에너지로 전환된다.



다. 전동기는 전기 에너지를 이용하여 회전력을 얻는 장치이므로, 전기 에너지가 역학적 에너지(A)로 전환되는 ㉠의 예로 들 수 있다. 또, 전열기는 전기 에너지를 이용하여 열을 발생시키는 장치이므로, 전기 에너지가 열에너지로 전환되는 ㉡의 예로 들 수 있다.

**바로알기** 가. 발전기는 자석과 코일의 상대적 운동에 의해 전기 에너지가 생산되는 장치이다. 즉, 발전기에서는 역학적 에너지가 전기 에너지로 전환되므로, A는 역학적 에너지이다.

나. 광합성은 태양의 빛에너지를 이용하여 포도당을 합성하는 과정이다. 즉, 광합성은 빛에너지가 화학 에너지로 전환되는 과정이므로, B는 화학 에너지이다.

**04** 나. 석탄으로 물을 끓이면 석탄이 연소하면서 화학 에너지가 열에너지로 전환된다.

다. 청소기를 사용하면 청소기에 공급된 전기 에너지는 모터를 회전시키는 운동 에너지뿐만 아니라 소리 에너지와 열에너지 등으로도 전환된다.

**바로알기** 가. 형광등을 켜면 전기 에너지가 빛에너지와 열에너지로 전환된다.

**05** 가. 에너지 보존 법칙에 따라 에너지가 전환될 때 전체 양은 일정하게 유지된다.

나. 에너지가 전환되는 과정에서 일부는 다시 사용하기 어려운 열에너지로 전환된다.

다. 에너지가 전환될 때마다 항상 에너지의 일부는 열에너지로 전환된다. 따라서 에너지가 전환될 때마다 우리가 사용할 수 있는 유용한 에너지의 양은 점점 감소한다.

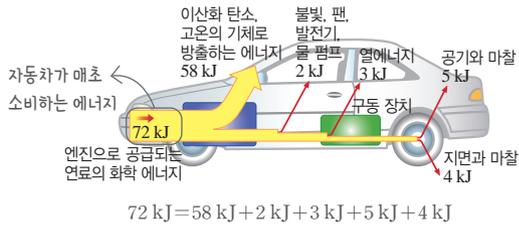


가. 휴대 전화의 화면이 켜져 있을 때, 화면에서 전기 에너지가 빛에너지로 전환된다.

**바로알기** 나. 배터리가 충전될 때 전기 에너지가 화학 에너지로 전환되어 배터리에 저장된다.

다. 휴대 전화를 오랫동안 사용하면 전기 에너지의 일부가 열에너지로 전환되면서 휴대 전화가 뜨거워지는데, 이렇게 열에너지 형태로 전환된 에너지는 다시 사용하기 어렵다.

**07** **꼼꼼 문제 분석**



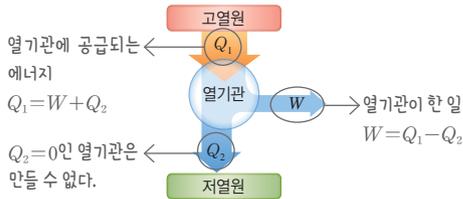
ㄱ. 에너지 보존 법칙에 따라 자동차에 공급되는 연료의 에너지와 자동차가 소비하는 에너지의 총합은 같다.  
 ㄴ. 자동차에서 방출되는 열에너지는 버려지는 에너지로 자동차가 달리도록 하는 데 다시 이용하기 어렵다.  
**바로알기** ㄷ. 엔진으로 공급되는 에너지의 일부는 열이나 빛, 소리 에너지와 같은 형태로 전환된다. 따라서 엔진으로 공급되는 연료의 화학 에너지가 모두 운동 에너지로 전환되는 것은 아니다.

**08** 조명 기구에서 유용하게 사용한 에너지는 18 J의 빛에너지이므로, 에너지 효율(%) =  $\frac{18 \text{ J}}{60 \text{ J}} \times 100 = 30\%$ 이다.

**09** ㄴ. 열에너지는 모두 일로 바꿀 수 없으므로, 열기관의 열효율은 항상 100%보다 작다.  
 ㄷ. 열기관의 예로 자동차의 엔진인 가솔린 엔진, 디젤 엔진과 증기 기관 등이 있다.

**바로알기** ㄱ. 열기관은 연료가 연소할 때 발생하는 열에너지로 일을 하는 장치이다. 즉, 열에너지를 일로 바꾸는 장치이다.

**[10~12]** **꼼꼼 문제 분석**



**10** ㄱ. 열기관의 열효율(%) =  $\frac{\text{열기관이 한 일}(W)}{\text{열기관에 공급된 에너지}(Q_1)} \times 100$ 이다.

**바로알기** ㄴ. 에너지가 전환될 때마다 항상 에너지의 일부는 열에너지로 버려진다. 열기관에서도 공급받은 에너지의 일부만 일로 전환되고 나머지는 열에너지의 형태로 버려지므로 저열원으로 방출되는 열에너지  $Q_2=0$ 인 열기관은 만들 수 없다.  
 ㄷ. 저열원으로 방출되는 열에너지  $Q_2$ 를 감소시키면, 열기관에 공급되는 열에너지  $Q_1$ 에서 열기관이 한 일  $W$ 가 증가하므로 열효율이 높아진다.

**11** 열효율(%) =  $\frac{W}{Q_1} \times 100$ 이므로  $20\% = \frac{W}{50 \text{ kJ}} \times 100$ 에서 열기관이 한 일  $W = 10 \text{ kJ}$ 이다.

**12** 열효율(%) =  $(1 - \frac{Q_2}{Q_1}) \times 100$ 이므로  $30\% = (1 - \frac{Q_2}{240 \text{ J}}) \times 100$ 에서  $Q_2 = 0.7 \times 240 \text{ J} = 168 \text{ J}$ 이다.

**13** ㄱ. 같은 에너지를 공급할 때, 같은 시간 동안 한 일의 양은 에너지 효율이 낮을수록 적으므로 A가 B보다 적다.

ㄴ. 공급한 에너지에서 불필요하게 발생하는 열에너지의 비율은 에너지 효율이 낮을수록 크므로 A가 B보다 크다.

**바로알기** ㄷ. 같은 양의 일을 할 때, 같은 시간 동안 연료를 소비하는 양은 에너지 효율이 높을수록 적으므로, B가 A보다 적다.

**14** 하이브리드 자동차의 전기 모터가 발전기로 작동하면서 역학적 에너지를 전기 에너지(㉠)로 전환시키고, 배터리가 충전될 때 전기 에너지는 화학 에너지(㉡)로 전환된다.

**15** **꼼꼼 문제 분석**

전등	1초 동안 공급된 전기 에너지(J)	1초 동안 발생한 에너지(J)		
		빛	열	기타
백열등	60	3.8	55.6	0.6
형광등	20	4	15.5	0.5
LED등	10	4.9	4.8	0.3

빛으로 전환되는 에너지 비율

- 백열등:  $\frac{3.8 \text{ J}}{60 \text{ J}} \times 100 = \text{약 } 6.33\%$
- 형광등:  $\frac{4 \text{ J}}{20 \text{ J}} \times 100 = 20\%$
- LED등:  $\frac{4.9 \text{ J}}{10 \text{ J}} \times 100 = 49\%$

ㄱ. 형광등을 조명으로 사용할 때 형광등의 에너지 효율은

$$\frac{\text{빛에너지}}{\text{전기 에너지}} \times 100 = \frac{4 \text{ J}}{20 \text{ J}} \times 100 = 20\% \text{이다.}$$

ㄴ. 전기 에너지에서 열에너지로 전환되는 비율은 백열등이  $\frac{55.6 \text{ J}}{60 \text{ J}} \times 100 = \text{약 } 92.7\%$ , 형광등이  $\frac{15.5 \text{ J}}{20 \text{ J}} \times 100 = 77.5\%$ 이므로 백열등이 형광등보다 높다.

ㄷ. 전등의 밝기가 같을 때, 빛에너지로 전환되는 에너지 효율이 높을수록 전등이 1초 동안 소비하는 전기 에너지가 적다. 따라서 같은 밝기일 때 1초 동안 소비하는 전기 에너지가 가장 적은 것은 LED등이다.

**16** ① (가)에서 1~5는 에너지 소비 효율 등급을 나타내므로 작은 숫자를 가리키는 제품일수록 에너지 효율이 높다.

② 같은 조건일 때 5등급 제품일수록 에너지 효율이 낮으므로 불필요한 열에너지가 많이 발생한다.

③ 이산화 탄소(CO<sub>2</sub>)는 기후 변화와 같은 환경 문제를 일으키는 온실 기체이므로, CO<sub>2</sub> 항목의 숫자가 작을수록 친환경적이다.

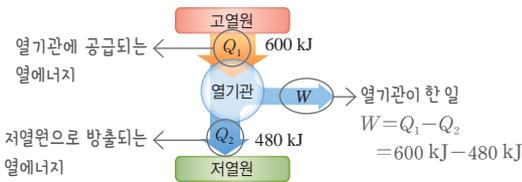
④ (나)는 에너지 절약 표시로 전원을 끈 상태에서도 전자 제품이 소비하는 대기 전력을 줄인 제품에 붙이는 표시이다.

**바로알기** ⑤ (나)가 붙은 제품은 대기 전력을 줄인 제품이지 대기 전력이 0인 제품이 아니다. 따라서 제품의 전원을 껐을 때 플러그가 꽂혀 있으면 전기 에너지를 소비한다.

**17** **모범 답안** 에너지를 사용하는 과정에서 에너지의 일부가 다시 사용할 수 없는 열에너지로 전환되어 버려지므로, 이용할 수 있는 에너지의 양이 점차 감소하기 때문이다.

채점 기준	배점
에너지 전환 과정에서 에너지의 일부가 열에너지로 전환되어 이용할 수 있는 에너지의 양이 감소한다는 내용을 포함하여 옳게 서술한 경우	100 %
에너지 전환 과정에서 에너지의 일부가 열에너지로 전환된다고만 서술한 경우	50 %

**18** **꼼꼼 문제 분석**



(1) 열기관이 한 일  $W = 600 \text{ kJ} - 480 \text{ kJ} = 120 \text{ kJ}$ 이다.

**모범답안** (1) 120 kJ

(2)  $e = \frac{W}{Q_1} \times 100 = \frac{120 \text{ kJ}}{600 \text{ kJ}} \times 100 = 20 \%$

채점 기준	배점
(1) 120 kJ이라고 옳게 쓴 경우	40 %
(2) 계산 과정을 포함하여 열효율을 옳게 구한 경우	60 %
열효율만 옳게 구한 경우	30 %

**실력 UP 문제**

331 쪽

01 ③ 02 ③ 03 ③ 04 ⑤

**01** ㄱ. 휴대 전화의 화면에서 전기 에너지가 빛(γ)에너지로 전환된다. 전등에서도 전기 에너지가 빛(γ)에너지로 전환된다.  
 ㄴ. 휴대 전화의 진동은 전기 에너지가 운동(㉠) 에너지로 전환된 것이다. 폭포에서는 물의 퍼텐셜 에너지가 운동(㉠) 에너지로 전환된다.

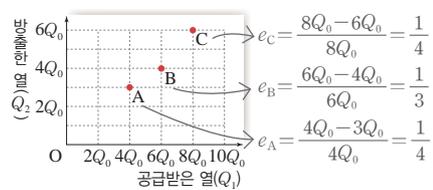
**바로알기** ㄷ. 휴대 전화가 점점 따뜻해지는 까닭은 전기 에너지가 열에너지로 전환되었기 때문이다. 에너지가 다른 형태의 에너지로 전환될 때 에너지 보존 법칙에 따라 에너지 총량은 보존된다.

**02** ㄱ. 에너지 보존 법칙에 따라 연료의 화학 에너지와 최종적으로 전환된 에너지의 총합은 같으므로,  $100 \% = A + 2 \% + 20 \% + 6 \%$ 에서  $A = 72 \%$ 이다.

ㄷ. 바퀴의 구동력으로 전달되는 에너지도 마찰과 공기 저항으로 인해 결국 열에너지로 전환되어 공간으로 퍼져 나간다.

**바로알기** ㄴ. 자동차에 공급된 연료의 화학 에너지 중에서 유용하게 사용된 에너지는 바퀴의 구동력으로 전달되는 에너지 20 %와 전등과 같은 부속품에 사용된 에너지 2 %이다. 따라서 자동차의 에너지 효율은  $20 \% + 2 \% = 22 \%$ 이다.

**03** **꼼꼼 문제 분석**



ㄱ. 열기관은 고열원에서 공급받은 열에너지의 일부로 일을 하고 나머지 열에너지를 저열원으로 방출하므로, A가 한 일은  $W = Q_1 - Q_2 = 4Q_0 - 3Q_0 = Q_0$ 이다.

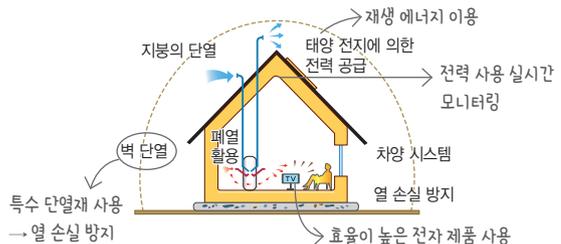
ㄷ. 열기관의 열효율 =  $\frac{\text{열기관이 한 일}}{\text{공급받은 열에너지}}$ 이므로, C의 열효율(%)

은  $e = \left( \frac{Q_1 - Q_2}{Q_1} \right) \times 100 = \frac{8Q_0 - 6Q_0}{8Q_0} \times 100 = 25 \%$ 이다.

**바로알기** ㄴ. A의 열효율은  $\frac{4Q_0 - 3Q_0}{4Q_0} = \frac{1}{4}$ , B의 열효율은

$\frac{6Q_0 - 4Q_0}{6Q_0} = \frac{1}{3}$ 이다. 따라서 열효율은 A가 B보다 작다.

**04** **꼼꼼 문제 분석**



에너지 제로 하우스에서 에너지 공급은 재생 에너지를 활용하고 건물은 특수 단열재를 사용하여 열 손실을 최대한 막는다. 또한 효율이 높은 전자 제품을 이용하고 전력 사용량을 실시간 모니터링하여 에너지를 효율적으로 이용한다.

**바로알기** ⑤ 에너지 제로 하우스는 자연의 에너지로 난방과 발전을 하므로 화석 연료에 대한 의존도가 낮다.

## 중단원 핵심 정리

332~333쪽

- ① 광합성    ② 분해자    ③ 생물    ④ 해조류    ⑤ 온도  
 ⑥ 공기    ⑦ 먹이 사슬    ⑧ 감소    ⑨ 개체 수    ⑩ 복잡  
 ⑪ 이산화 탄소    ⑫ 상승    ⑬ 무역풍    ⑭ 대기 대순환  
 ⑮ 엘니뇨    ⑯ 일    ⑰ 화학    ⑱ 빛    ⑲ 보존    ⑳ 열기관  
 ㉑ 높은    ㉒ 소비 효율    ㉓ 대기 전력

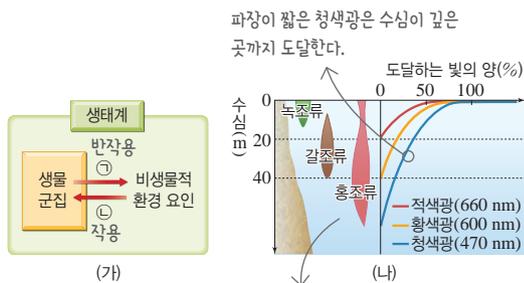
## 중단원 마무리 문제

334~338쪽

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

- 01 ① 식물 플랑크톤(㉠)은 광합성을 하는 생산자이다.  
 ② 세균(㉡)은 생물의 사체나 배설물을 분해하는 분해자이다.  
 ③ (가)는 강의 유속과 수온(비생물적 요인)이 식물 플랑크톤(생물)에 영향을 준 것이다.  
 ④ (나)는 식물 플랑크톤(생물)이 물고기(생물)에 영향을 준 것이다.  
**바로알기** ⑤ (다)는 세균(생물)이 물속 산소(비생물적 요인)의 양에 영향을 준 것이다.

## 02 품공 문제 분석



(가) 해조류는 물 색과 보색인 파장의 빛을 광합성에 주로 이용한다. → 녹조류는 수심이 얕은 곳에 많이 분포하고, 홍조류는 수심이 깊은 곳까지 분포한다.

- ㄱ. 생물 군집은 일정한 지역에 사는 여러 개체군으로 이루어진다.  
 ㄴ. (나)는 빛의 파장에 따라 해조류의 분포가 다른 것으로, 비생물적 요인이 생물에 영향을 주는 작용(㉡)의 예이다.  
**바로알기** ㄷ. 세균(생물)이 식물(생물)의 낙엽을 분해하는 것은 생산자와 분해자 사이, 즉 생물 사이에서 일어나는 상호 작용이다.  
 ㉠은 생물이 비생물적 요인에 영향을 주는 반작용이다.

03 A는 강한 빛에서 잘 자라는 양지 식물이고, B는 약한 빛에서 잘 자라는 음지 식물이다.

ㄱ. 양지 식물(A)은 울타리 조적이 발달하여 잎의 두께가 음지 식물(B)보다 두껍다.

ㄷ. 양지 식물(A)은 강한 빛에 적응하여 울타리 조적이 발달해 있으므로 빛이 강할 때 음지 식물(B)보다 단위시간당 광합성량이 많다.

**바로알기** ㄴ. 숲의 아래쪽은 나무 그늘 때문에 빛이 약하므로 양지 식물(A)보다 음지 식물(B)이 잘 자란다.

04 ㄴ. 사막여우는 귀와 같은 몸의 말단부가 커서 열을 몸 밖으로 방출하는 데 유리하다.

ㄷ. 북극여우와 사막여우의 몸집과 몸의 말단부의 크기가 다른 것은 서식하는 지역의 온도에 적응한 결과이다. 곰이 겨울잠을 자는 것도 온도에 적응한 현상이다.

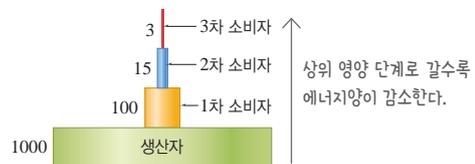
**바로알기** ㄱ. 북극여우는 사막여우보다 몸집이 크고 몸의 말단부가 작다. 따라서 몸 밖으로 방출되는 열이 적어 추운 곳에서 체온을 유지하는 데 유리하다.

05 건조한 지역에 서식하는 동물과 식물은 몸 표면을 통한 수분 손실을 줄이고, 몸속에 수분을 저장할 수 있도록 적응하였다. 한편, 물에 서식하는 동물과 식물은 몸이 물에 뜨거나 헤엄칠 수 있도록 적응하였다.

**모범 답안** 선인장은 잎이 가시로 변화했으며, 저수 조직이 발달하였다. 수련은 줄기에 통기 조직이 발달하였고, 관다발이나 뿌리가 잘 발달하지 않았다.

채점 기준	배점
선인장과 수련의 특징을 모두 옳게 서술한 경우	100 %
선인장과 수련의 특징 중 한 가지만 옳게 서술한 경우	50 %

## 06 품공 문제 분석



각 영양 단계의 에너지 효율은 다음과 같다.

- 1차 소비자:  $\frac{100}{1000} \times 100 = 10\%$
- 2차 소비자:  $\frac{15}{100} \times 100 = 15\%$
- 3차 소비자:  $\frac{3}{15} \times 100 = 20\%$

ㄱ. 상위 영양 단계로 갈수록 에너지량은 1000 → 100 → 15 → 3으로 감소한다.

ㄴ. 1차 소비자의 에너지량은 100이므로 생산자의 에너지량 1000의 10%이다.

**바로알기** ㄷ. 2차 소비자가 가진 에너지량 15 중 20%인 3만 3차 소비자로 이동하였다. 나머지 80%에는 2차 소비자의 생명 활동을 통해 열에너지로 방출된 것과 사체나 배설물의 형태로 분해자로 이동한 것이 포함되어 있다.

### 07 품공 문제 분석

영양 단계	D > A > C > B	D > A > C > B	에너지 효율 (%)
	생물량 (상댓값)	에너지량 (상댓값)	
A 1차 소비자	37	200	10
B 3차 소비자	1.5	6	① $\frac{6}{30} \times 100 = 20$
C 2차 소비자	11	30	15
D 생산자	809	2000	1

• 안정된 생태계에서 생물량과 에너지량은 생산자가 가장 많고 상위 영양 단계로 갈수록 감소한다.

• 각 영양 단계의 에너지 효율은  $\frac{\text{현 영양 단계의 에너지량}}{\text{전 영양 단계의 에너지량}} \times 100(\%)$ 으로 계산한다.

**모범 답안** (1) D → A → C → B, 안정된 생태계에서 생물량과 에너지량은 상위 영양 단계로 갈수록 감소한다.

(2) 20(%)

(3) 2차 소비자인 C의 개체 수가 증가하면 1차 소비자인 A의 개체 수는 감소한다. 그에 따라 생산자인 D는 피식량이 줄어 개체 수가 증가한다.

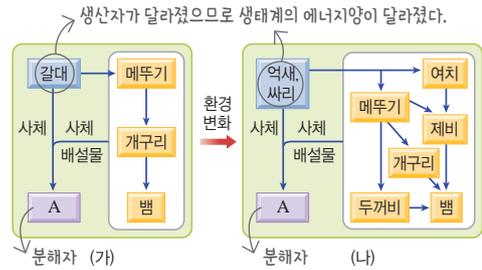
채점 기준	배점
(1) 먹이 사슬을 옳게 나타내고, 근거를 옳게 서술한 경우	40%
먹이 사슬만 옳게 나타낸 경우	20%
(2) 20(%)이라고 쓴 경우	20%
(3) C, A, D의 먹이 관계를 들어 D의 개체 수가 증가한다고 옳게 서술한 경우	40%
D의 개체 수가 증가한다고만 서술한 경우	20%

**08** ㄷ. (가)에서는 고등어의 개체 수가 급격히 증가하면 참치의 개체 수도 급격히 증가한다. (나)에서는 고등어를 먹는 포식자가 참치뿐 아니라 가다랑어도 있고, 참치와 가다랑어의 포식자인 범고래가 있어서 고등어의 개체 수가 급격히 증가하더라도 참치의 개체 수 증가가 (가)에서만 크지 않다.

**바로알기** ㄱ. (가)와 (나)에서 생산자는 식물 플랑크톤으로 같지만, (가)에서 최종 소비자는 참치, (나)에서 최종 소비자는 범고래로 다르다.

ㄴ. 고등어가 사라지면 (가)에서는 참치가 먹이가 없어 사라지지만, (나)에서는 참치가 멸치, 전갱이, 가다랑어를 먹고 살아갈 수 있어 사라지지 않는다.

### 09 품공 문제 분석



① 분해자(A)의 예로는 세균, 곰팡이, 버섯 등이 있다.

② 환경 변화로 생산자의 종류가 갈대에서 여새와 싸리로 달라졌다.

③, ④ (가)보다 (나)일 때 생물종이 다양하여 종 다양성이 높고, 먹이 그물이 복잡하여 생태계 안정성이 높다.

**바로알기** ⑤ 생산자가 달라졌으므로 생태계의 에너지량이 달라졌으며, 그에 따라 생물종과 개체 수가 달라졌다.

### 10 품공 문제 분석

구분	생산자 2차 소비자 1차 소비자 3차 소비자			
	녹조류	A	B	C
생산자 녹조류 개체 수 증가	증가	증가	증가	증가
2차 소비자 A 개체 수 증가	증가	감소	증가	증가
1차 소비자 B 개체 수 증가	감소	증가	감소	증가
3차 소비자 C 개체 수 증가	감소	감소	증가	감소

- 생산자 증가 ⇒ 1차·2차·3차 소비자 증가
- 1차 소비자 증가 ⇒ 생산자 감소, 2차·3차 소비자 증가
- 2차 소비자 증가 ⇒ 1차 소비자 감소, 생산자 증가, 3차 소비자 증가
- 3차 소비자 증가 ⇒ 2차 소비자 감소, 1차 소비자 증가, 생산자 감소

A는 2차 소비자, B는 1차 소비자, C는 3차 소비자이다. 생태계에서 에너지는 상위 영양 단계로 이동하므로, 이 생태계에서 에너지 이동 방향은 녹조류 → B → A → C이다.

**11** ㄱ. (가)에서 사슴의 개체 수가 증가한 것은 늑대 사냥을 허가하여 사슴의 천적인 늑대의 개체 수가 감소하였기 때문이다.

**바로알기** ㄴ. (가)에서 초원의 생산량이 감소한 것은 사슴의 개체 수가 증가함에 따라 사슴이 풀을 많이 뜯어먹었기 때문이다.

ㄷ. (나)에서 사슴의 개체 수가 감소한 주된 원인은 초원의 생산량이 줄어들어 사슴의 먹이가 부족해졌기 때문이다.

**12** A는 기온이 높은 시기, B는 기온이 낮은 시기이다.

ㄱ. 약 40만 년 동안 기온이 높고 낮은 시기가 반복되었다.

ㄴ. A 시기는 B 시기보다 기온이 높았으므로 빙하 면적이 좁고 수온이 높아 해수면 높이가 높았을 것이다.

**바로알기** ㄷ. 그림은 약 40만 년 동안의 기후 변화이고, 나무의 나이테를 조사하면 1만 년 전~수십 년 전의 기후 변화만 알 수 있다.

13 ㄱ. 우리나라는 대기 중 이산화 탄소의 농도가 지구 전체보다 높으므로 온난화의 영향을 더 많이 받았을 것이다.

ㄴ. 일 년 중 대기 중 이산화 탄소의 농도가 높은 값과 낮은 값의 차이(계절별 변동성)는 우리나라가 지구 전체보다 크다.

**바로알기** ㄷ. 그래프에서 우리나라와 지구 전체의 이산화 탄소의 농도는 가을철보다 봄철에 높다. 겨울철에는 난방에 의한 화석 연료의 사용량이 많아 이산화 탄소 배출량이 많고, 여름철에는 식물의 광합성이 활발하여 이산화 탄소 흡수량이 많기 때문이다.

14 **모범 답안** 저위도에서는 에너지가 남고 고위도에서는 에너지가 부족하기 때문에, 대기와 해수의 순환에 의해 저위도에서 고위도로 에너지가 이동한다.

채점 기준	배점
에너지의 이동 방향과 이동 수단, 까닭을 모두 옳게 서술한 경우	100 %
에너지의 이동 방향과 이동 수단만 옳게 서술한 경우	60 %
에너지의 이동 방향과 이동 수단 중 한 가지만 옳게 서술한 경우	30 %

15 ① A는 극순환, B는 페렐 순환, C는 해들리 순환이다.

② B 순환의 지표면 부근에서는 저위도에서 고위도로 이동하던 공기가 오른쪽으로 휘어져 서에서 동으로 편서풍이 분다.

③ B와 C 순환 사이의 지표면에는 하강 기류 발달로 고압대가 형성되어 건조한 기후가 나타나므로 사막이 많이 분포한다.

⑤ 30°N은 하강 기류가 발달하므로 고압대이고, 0°는 상승 기류가 발달하므로 저압대이다. 따라서 30°N에서 기압이 더 높다.

**바로알기** ④ B 순환의 지표면 부근에서 부는 편서풍에 의해 북태평양 해류가 흐른다. 북극도 해류는 무역풍에 의해 흐른다.

16 ① A는 쿠로시오 해류, B는 북태평양 해류, C는 캘리포니아 해류이다.

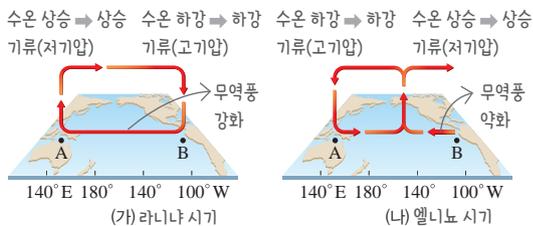
② B는 중위도에서 편서풍에 의해 서에서 동으로 흐른다.

③ C는 고위도에서 저위도로 흐르는 한류이다.

④ 해수가 순환하면서 열에너지를 운반하여 위도별 에너지 불균형을 해소한다.

**바로알기** ⑤ 북태평양의 아열대 순환은 시계 방향으로 일어난다. 북반구와 남반구의 아열대 순환 방향은 서로 반대이므로 남반구의 아열대 순환은 시계 반대 방향으로 일어난다.

17 **꼼꼼 문제 분석**



ㄴ. (가) 시기에는 무역풍이 강해져 적도 부근의 따뜻한 해수가 동(B)에서 서(A)로 이동하므로 A에서 해수면이 상승한다. 그러나 (나) 시기에는 무역풍이 약해져 적도 부근의 따뜻한 해수가 서(A)에서 동(B)으로 이동하므로 A에서 해수면이 하강한다. 따라서 해수면 높이 차(A 지점-B 지점)는 (가)가 (나)보다 크다.

ㄷ. (가) 시기에는 무역풍이 강해져 B 지점의 용승이 강해지고, (나) 시기에는 무역풍이 약해져 B 지점의 용승이 약해진다.

**바로알기** ㄱ. (가)는 적도 부근 동태평양(B) 해역에 하강 기류가 형성되므로 평상시보다 표층 수온이 낮은 라니냐 시기이고, (나)는 상승 기류가 형성되는 해역이 평상시보다 동쪽으로 이동해 있으므로 엘니뇨 시기이다.

18 ㄴ. 전동기는 전류가 흐르는 도선이 자기장 속에서 받는 힘으로 회전력을 얻으므로, 전기 에너지가 운동 에너지로 전환된다.

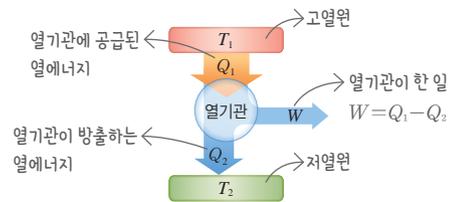
ㄷ. 건전지로부터 자동차에 공급된 전기 에너지는 발광 다이오드에서 사용한 전기 에너지와 전동기에서 사용한 전기 에너지의 합과 같다. 따라서 발광 다이오드에서 사용한 전기 에너지는 건전지로부터 자동차에 공급된 전기 에너지보다 작다.

**바로알기** ㄱ. 건전지에서는 화학 에너지가 전기 에너지로 전환된다.

19 휴대 전화를 충전할 때는 전기 에너지가 배터리의 화학 에너지로 전환되어 저장되고, 휴대 전화를 사용할 때는 배터리에 저장된 화학 에너지가 전기 에너지로 전환된다.

20 에너지가 다른 형태로 전환될 때 에너지 보존 법칙에 따라 에너지의 전체 양은 보존되지만, 에너지의 일부는 다시 사용하기 어려운 열에너지 형태로 전환된다. 따라서 사용 가능한 에너지의 양은 점점 감소한다.

21 **꼼꼼 문제 분석**



ㄱ. 열기관은 고열원에서 열에너지를 흡수하여 일을 하고 저열원으로 남은 열에너지를 방출하므로 온도는  $T_1$ 이  $T_2$ 보다 높다.

**바로알기** ㄴ. 열기관의 열효율(%) =  $\frac{W}{Q_1} \times 100 = \left( \frac{Q_1 - Q_2}{Q_1} \right) \times 100 = \left( 1 - \frac{Q_2}{Q_1} \right) \times 100$ 이므로,  $\frac{Q_2}{Q_1}$ 가 클수록 열효율은 작아진다.

ㄷ.  $Q_1 = W$ 이면 저열원으로 방출되어 버려지는 열에너지가 0이 된다. 그러나 저열원으로 방출되어 버려지는 열에너지는 항상 존재하므로,  $Q_1 = W$ 인 열기관은 만들 수 없다.

22 열효율(%) =  $\frac{\text{열기관이 한 일}}{\text{열기관에 공급된 에너지}} \times 100$  이므로, 이 열

기관의 열효율(%) =  $\frac{400 \text{ J}}{2000 \text{ J}} \times 100 = 20 \%$  이다.

23 **공공 문제 분석**

전구	에너지 효율(%)	열기관	에너지 효율(%)
A	8	C	30
B	24	D	45

- 밝기 : A < B (전기 에너지가 같을 때)
- 소비하는 전기 에너지 : A > B (밝기가 같을 때)
- 버려지는 열 : C > D (공급된 에너지가 같을 때)
- 연료 소비 : C > D (같은 양의 일 할 때)

ㄱ. 같은 전기 에너지를 소비할 때, 전구는 에너지 효율이 낮을수록 더 어두우므로 전구의 밝기는 A가 B보다 어둡다.

ㄴ. 열기관에 같은 양의 에너지가 공급될 때, 에너지 효율(열효율)이 낮을수록 버려지는 열에너지가 많으므로 같은 시간 동안 버려지는 열에너지는 C가 D보다 많다.

**바로알기** ㄴ. 전구의 밝기가 같을 때, 같은 시간 동안 소비하는 전기 에너지는 에너지 효율이 높을수록 적으므로 같은 시간 동안 소비하는 전기 에너지는 B가 A의  $\frac{1}{3}$  배이다.

ㄷ. 열기관이 같은 양의 일을 할 때, 에너지 효율이 낮을수록 연료를 더 많이 소비하므로 C가 D보다 연료를 더 많이 소비한다.

24 ② 하이브리드 자동차의 에너지 효율이 일반 가솔린 자동차보다 높으므로, 하이브리드 자동차를 사용하면 에너지 이용의 효율을 높일 수 있다.

③ 전기 기구를 사용할 때는 에너지 소비 효율 등급이 1등급에 가까울수록 에너지 절약 효과가 크다.

④ 에너지 제로 하우스는 자연의 에너지를 이용하여 자체적으로 난방과 발전을 하는 에너지 자립 건물이므로 에너지 사용량을 줄일 수 있다.

⑤ 스마트 기기로 스마트 플러그에 연결된 전기 제품의 전원을 실시간으로 확인하고 제어하면 전기 에너지가 낭비되는 것을 줄일 수 있다.

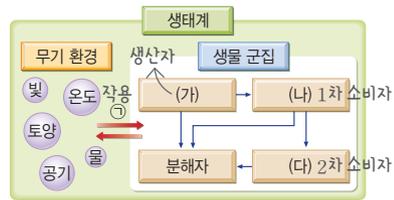
**바로알기** ① 대기 전력은 전원을 끈 상태에서도 전기 제품이 소비하는 전력이므로, 대기 전력을 감소시킨 제품을 사용해야 에너지를 절약할 수 있다.

**중단원 고난도 문제**

339쪽

- 01 ①    02 ⑤    03 ④    04 ④

01 **공공 문제 분석**



**선택지 분석**

- ㉠ '양엽은 음엽보다 울타리 조직이 발달하였다.'는 ㉠의 예에 해당한다.
- ㉡ 광합성을 하는 생물은 (가)에 속한다.
- ㉢ (가)에서 분해자로 무기물이 이동한다. **유기물**
- ㉣ (나)의 개체 수가 갑자기 증가하면 (다)의 개체 수는 감소한다. **증가**

**전략적 풀이** ① ㉠이 무엇인지 생각한다.

ㄱ. ㉠은 비생물적 요인인 무기 환경이 생물 군집에 영향을 주는 작용이다. 양엽과 음엽의 울타리 조직의 발달 차이는 빛의 세기(비생물적 요인)에 따른 식물(생물)의 적응 현상이므로 작용(㉠)의 예에 해당한다.

② (가)~(다)가 생물적 요인 중 어떤 요소인지를 파악하고, 먹이 사슬에 의해 연결된다는 것을 이해한다.

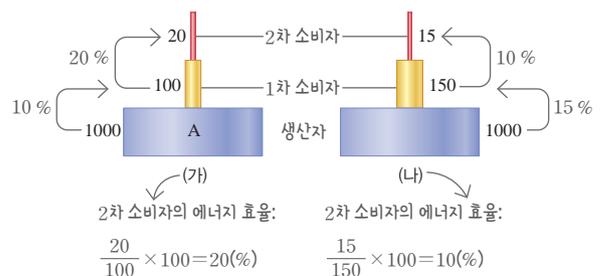
ㄴ. (가)는 생산자이며, 광합성을 하여 무기물로부터 유기물을 합성한다. 생산자에는 식물, 식물 플랑크톤 등이 있다.

ㄷ. (나)는 1차 소비자이고, (다)는 2차 소비자이다. 1차 소비자(나)의 개체 수가 갑자기 증가하면 이를 먹이로 하는 2차 소비자(다)의 개체 수도 증가한다.

③ 생물 사이의 에너지 이동 형태를 생각한다.

ㄷ. 생물 군집 내에서는 먹이 사슬을 통해 유기물의 형태로 에너지가 이동하며, 분해자는 생물의 사체와 배설물에 포함된 유기물을 분해하여 에너지를 얻는다. 따라서 생산자(가)에서 분해자로 유기물이 이동한다.

02 **공공 문제 분석**

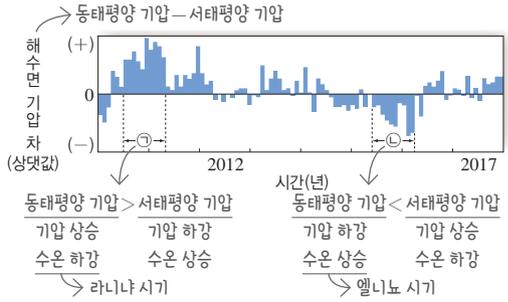


**선택지 분석**

- ㉠ A는 생산자이다.
- ㉡ (가)에서 생산자의 개체 수는 1차 소비자의 개체 수의 10배이다. 개체 수는 알 수 없다.
- ㉢ 2차 소비자의 에너지 효율은 (가)가 (나)보다 높다.

**전략적 풀이** ① 생태 피라미드의 형태를 파악한다.  
 각 영양 단계의 에너지양을 하위 영양 단계부터 상위 영양 단계로 차례로 쌓아올린 에너지 피라미드이다.  
 가. 생태 피라미드의 가장 아래쪽에 있는 A가 생산자이다.  
 ㉡ (가)와 (나)의 에너지양을 이용해 각각의 에너지 효율을 계산한다.  
 나. 제시된 자료는 각 영양 단계의 에너지양을 상댓값으로 나타낸 것으로, (가)에서 생산자의 에너지가 1차 소비자로 이동한 비율이 10%라는 것은 알 수 있지만, 개체 수는 알 수 없다.  
 다. 2차 소비자의 에너지 효율은 (가)에서는 20%이고, (나)에서는 10%이므로 (가)가 (나)보다 높다.

**03 품공 문제 분석**



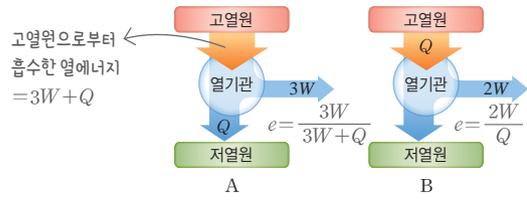
**선택지 분석**

- ㉡ 무역풍은 ㉠ 시기가 ㉢ 시기보다 약하다. 강하다
- ㉣ 서태평양에서 강수량은 ㉠ 시기가 ㉢ 시기보다 많다.
- ㉤ 표층 수온의 차(서태평양-동태평양)는 ㉠ 시기가 ㉢ 시기보다 크다.

**전략적 풀이** ① 해수면 기압 차로부터 라니냐 시기와 엘니뇨 시기를 판단한다.  
 무역풍이 강해지는 라니냐 시기에는 서태평양 쪽으로 이동하는 따뜻한 표층 해수의 양이 증가하므로 서태평양에서는 표층 수온이 높아져 해수면 기압이 낮아지고, 동태평양에서는 표층 수온이 낮아져 해수면 기압이 높아진다. 이에 따라 해수면 기압 차(동태평양 기압-서태평양 기압)는 평상시보다 큰 (+) 값이 되므로 ㉠은 라니냐 시기이다. 이와 반대로 무역풍이 약해지는 엘니뇨 시기에는 서태평양의 해수면 기압이 높아지고, 동태평양의 해수면 기압이 낮아진다. 이에 따라 해수면 기압 차(동태평양 기압-서태평양 기압)는 (-) 값이 되므로 ㉢은 엘니뇨 시기이다.

- ㉡ 엘니뇨와 라니냐 시기의 무역풍의 세기를 비교한다.  
 가. ㉠은 라니냐 시기, ㉢은 엘니뇨 시기이고, 무역풍은 라니냐 시기가 엘니뇨 시기보다 강하다.
- ㉢ 라니냐 시기와 엘니뇨 시기의 강수량 변화를 이해한다.  
 나. 라니냐 시기(㉠)에는 서태평양에서 표층 수온이 상승하여 해수 증발이 잘 일어나고 상승 기류가 발달하므로 강수량이 증가한다. 엘니뇨 시기(㉢)에는 서태평양에서 표층 수온이 하강하여 해수 증발이 감소하고 하강 기류가 발달하므로 강수량이 감소한다. 따라서 서태평양에서 강수량은 ㉠ 시기가 ㉢ 시기보다 많다.
- ㉤ 라니냐 시기와 엘니뇨 시기에 동서 방향의 표층 수온 변화를 이해한다.  
 다. 평상시에는 따뜻한 표층 해수가 서태평양 쪽으로 이동하므로 서태평양의 표층 수온이 동태평양의 표층 수온보다 높다. 라니냐 시기(㉠)에는 따뜻한 표층 해수가 서태평양 쪽으로 강하게 이동하므로 표층 수온 차(서태평양-동태평양)가 평상시보다 커지고, 엘니뇨 시기(㉢)에는 따뜻한 표층 해수가 동태평양 쪽으로 이동하므로 표층 수온 차(서태평양-동태평양)가 평상시보다 작아진다. 따라서 표층 수온 차(서태평양-동태평양)는 ㉠ 시기가 ㉢ 시기보다 크다.

**04 품공 문제 분석**



**전략적 풀이** ① 에너지 보존 법칙을 이용하여 A가 고열원으로부터 흡수한 열에너지를 구한다.  
 에너지 보존 법칙에 따라 고열원으로부터 흡수한 열에너지 = 열기관이 한 일 + 저열원으로 방출한 열에너지이므로 A가 고열원으로부터 흡수한 열에너지 = 3W + Q이다.  
 ② 열기관의 열효율을 정의하는 식을 이용하여 A와 B의 열효율을 구한다.  
 열기관의 열효율은 고열원으로부터 흡수한 열에너지에 대해서 열기관이 한 일의 비율이므로 A의 열효율 =  $\frac{3W}{3W+Q}$  이고, B의 열효율 =  $\frac{2W}{Q}$  이다.  
 ③ A와 B의 열효율(e)은 같다는 조건을 이용하여 Q와 e를 각각 계산한다.  
 A와 B의 열효율이 같으므로  $e = \frac{3W}{3W+Q} = \frac{2W}{Q}$  이다. 관계식을 정리하면  $Q = 6W$  이고,  $e = \frac{2W}{6W} = \frac{1}{3}$  이다.

## 2 발전과 신재생 에너지

### 1 전기 에너지의 생산과 수송

#### 개념 확인 문제

345쪽

- 1 전자기 유도 2 유도 전류 3 빠를 4 셀 5 많을  
6 발전기 7 운동 8 터빈

- 1 ㄱ, ㄴ, ㄷ 2 (1) ○ (2) × (3) ○ 3 ㉠ b, ㉡ a, ㉢ a, ㉣ b  
4 ㉤ 5 ㉥ 자석, ㉦ 전자기 유도 6 발전기 7 (1) ㉧ (2) ㉨  
(3) ㉩

1 유도 전류의 세기는 코일의 감은 수가 많을수록, 자석의 세기가 셀수록, 자석을 빠르게 움직일수록 세진다. 코일의 감은 방향은 유도 전류의 방향에 영향을 준다.

2 (1) 코일 근처에서 자석을 움직일 때 코일을 통과하는 자기장의 변화가 생겨 유도 전류가 흐르므로, 검류계 바늘이 움직인다. (2) 코일 속에 자석이 정지해 있을 때는 코일을 통과하는 자기장의 변화가 없으므로 유도 전류가 흐르지 않는다. 따라서 검류계의 바늘도 움직이지 않는다.

(3) 코일에 자석을 가까이 할 때는 척력이 작용하는 방향으로, 자석을 멀리 할 때는 인력이 작용하는 방향으로 코일에 유도 전류가 흐르므로 유도 전류의 방향이 반대가 된다. 따라서 검류계의 바늘이 반대 방향으로 움직인다.

3 자석의 N극을 가까이 할 때는 코일의 위쪽에 N극이 형성되도록 코일에 유도 전류가 흐르므로,  $b \rightarrow \text{㉠} \rightarrow a$  방향으로 유도 전류가 흐른다. 또 자석의 N극을 멀리 할 때는 코일의 위쪽에 S극이 형성되도록 코일에 유도 전류가 흐르므로,  $a \rightarrow \text{㉡} \rightarrow b$  방향으로 유도 전류가 흐른다.

4 ㉢ 세탁기에는 전동기가 들어 있어서 전기 에너지가 운동 에너지로 전환된다.

5 발전소의 발전기는 바깥쪽에 고정되어 있는 코일과 안쪽에서 축을 따라 회전하는 자석으로 구성되어 있으며 전자기 유도 현상을 이용하여 전기 에너지를 생산하는 장치이다.

6 화력, 수력, 핵발전소에서 에너지원은 각각 다르지만 모두 발전기에 연결된 터빈을 돌려 전기 에너지를 생산한다.

7 (1) 석유나 석탄과 같은 화석 연료의 연소로 물을 끓여서 얻은 증기로 터빈을 돌려 전기 에너지를 생산하는 방식은 화력 발전이다.

(2) 댐에 의해 높은 곳에 있던 물의 퍼텐셜 에너지로 터빈을 돌려 전기 에너지를 생산하는 방식은 수력 발전이다.

(3) 우리나라의 핵에너지로 물을 끓여서 얻은 증기로 터빈을 돌려 전기 에너지를 생산하는 방식은 핵발전이다.

#### 개념 확인 문제

349쪽

- 1 전력 2 전압 3 전력 수송 4 열에너지 5 전류  
6 전압 7 작은 8 변압기 9 초전도

- 1 (1) × (2) ○ (3) ○ (4) ○ 2 (1) ○ (2) × (3) ○ 3  $\frac{1}{4}$ 배  
4 전자기 유도 현상 5 ㄱ, ㄴ 6 ㉠ 높게, ㉡ 지중화  
7 지능형 전력망(스마트 그리드)

1 (1) 전력은 전압과 전류의 곱과 같다.

(3) 전력은 단위시간당 공급 또는 사용되는 전기 에너지이다.

(4) 전력=전압×전류이므로, 1 W는 1 V의 전압에서 1 A의 전류가 흐를 때의 전력이다.

2 (1), (3) 손실 전력=(전류)<sup>2</sup>×저항이므로, 손실 전력을 줄이려면 송전선에 흐르는 전류를 줄이거나 송전선의 저항을 줄여야 한다.

(2) 손실 전력을 줄이기 위해 송전선에 흐르는 전류를 줄이려면 높은 전압으로 송전해야 한다.

3 전력=전압×전류이므로 일정한 전력을 송전할 때 전압을 2배 높이면 전류는  $\frac{1}{2}$ 배가 된다. 송전선에서 손실되는 전력은 전류의 제곱에 비례하므로 손실 전력은  $(\frac{1}{2})^2 = \frac{1}{4}$ 배가 된다.

4 변압기는 1차 코일과 2차 코일의 감은 수를 조절하여 전압을 변화시키는 장치로, 전자기 유도 현상을 이용한다.

5 ㄱ. 1차 코일의 전압과 2차 코일에 유도되는 전압의 비는 1차 코일의 감은 수와 2차 코일의 감은 수의 비와 같으므로,  $\frac{V_1}{V_2} = \frac{N_1}{N_2}$ 가 성립한다.

ㄴ. 변압기에서 에너지 손실을 무시하면 1차 코일의 전력과 2차 코일의 전력이 같으므로,  $V_1 I_1 = V_2 I_2$ 가 성립한다.

바로알기 ㄷ.  $\frac{V_1}{V_2} = \frac{N_1}{N_2}$ 이고,  $V_1 I_1 = V_2 I_2$ 에서  $\frac{V_1}{V_2} = \frac{I_2}{I_1}$ 가 성립하므로,  $\frac{I_2}{I_1} = \frac{N_1}{N_2}$ 이다.

6 ㉠ 송전 전압이 높으면 공기 중으로 전하가 이동하는 방전이 일어날 수 있어 감전의 위험이 커진다. 따라서 송전 전압이 높을수록 송전탑을 인적이 드문 곳에 높게 설치한다.

㉡ 감전과 같은 사고를 방지하고, 전선에서 발생하는 전자파의 피해를 줄이면서 도시 경관을 아름답게 하기 위해 전선을 지하에 묻는 것을 전선 지중화라고 한다.

7 지능형 전력망(스마트 그리드)는 소비자와 전력 회사가 실시간으로 정보를 주고받는 전력 공급 기술이다.

## 내신 **안정** 문제

350~352쪽

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

### 01 품공 문제 분석



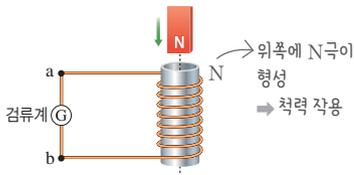
자석의 N극을 아래로 향하고 a 방향으로 움직일 때는 코일의 위쪽에 S극이 생기는 방향으로 유도 전류가 흐르며, 이 방향일 때 검류계 바늘은 오른쪽으로 움직인다.

ㄱ. 자석의 N극을 아래로 향하고 b 방향으로 움직일 때는 코일의 위쪽에 N극이 생기는 방향으로 유도 전류가 흐르므로, 검류계 바늘이 왼쪽으로 움직인다.

ㄴ. 자석의 S극을 아래로 향하고 a 방향으로 움직일 때는 코일의 위쪽에 N극이 생기는 방향으로 유도 전류가 흐르므로, 검류계 바늘이 왼쪽으로 움직인다.

**바로알기** ㄷ. 자석의 S극을 아래로 향하고 b 방향으로 움직일 때는 코일의 위쪽에 S극이 생기는 방향으로 유도 전류가 흐르므로, 검류계 바늘이 오른쪽으로 움직인다.

### 02 품공 문제 분석



① 유도 전류는 자석의 운동을 방해하는 방향으로 흐른다. 따라서 자석의 N극이 코일에 가까워질 때 코일의 위쪽은 N극을 뚫는다.

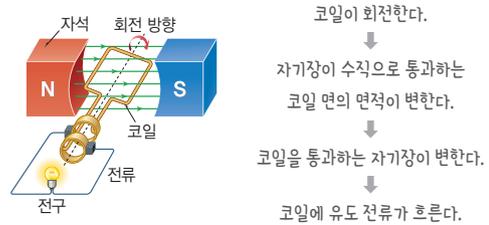
③ 코일의 위쪽이 N극일 때 유도 전류의 방향은 a → ㉠ → b이다.

④ 유도 전류는 자석의 운동을 방해하는 방향으로 흐르므로 자석과 코일 사이에는 척력이 작용한다.

⑤ 자석이 코일에 가까워지는 속력이 클수록 단위시간당 코일을 통과하는 자기장의 변화가 크므로, 유도 전류의 세기는 세진다.

**바로알기** ② 자석이 코일에 가까워질 때 코일 내부의 자기장은 세진다.

### 03 품공 문제 분석



ㄷ. 코일이 회전할 때 자기장이 수직으로 통과하는 코일 면의 면적이 증가와 감소를 반복한다. 이는 코일을 통과하는 자기장이 세지고 약해지는 것을 반복하는 것과 같은 현상으로, 이때 코일에는 유도 전류가 흐른다.

**바로알기** ㄱ. 발전기에서는 회전하는 코일의 운동 에너지를 전기 에너지로 전환된다.

ㄴ. 코일이 빠르게 회전할수록 코일을 통과하는 자기장의 변화가 크므로 유도 전류의 세기도 세진다.

04 ㄱ. 발전소의 발전기는 자석이 회전할 때 코일을 통과하는 자기장의 변화로 유도 전류가 흐르는 전자기 유도를 이용하여 전기 에너지를 생산한다.

ㄴ. 발전기에 연결된 터빈은 기체나 액체의 흐름을 이용하여 회전 운동을 얻는 장치로, 터빈을 돌리는 에너지원에 따라 화력 발전, 수력 발전, 핵발전으로 구분된다.

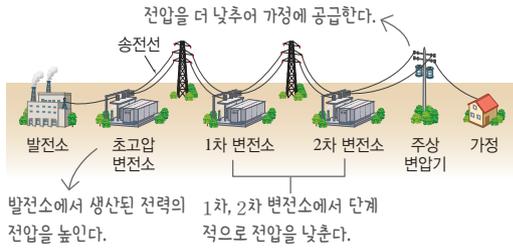
**바로알기** ㄷ. 수력 발전에서 에너지 전환 과정은 물의 퍼텐셜 에너지 → 운동 에너지 → 전기 에너지이다.

05 ㄱ, ㄷ. 화력 발전소와 핵발전소에서는 물을 끓여서 발생한 증기의 힘으로 발전기와 연결된 터빈을 돌려 전기 에너지를 생산한다.

**바로알기** ㄴ. 화력 발전소는 화학 연료의 화학 에너지를 이용하고, 핵발전소는 우라늄과 같은 핵연료의 핵에너지를 이용한다.

06 전력=전압×전류이므로  $220\text{ V} \times 2\text{ A} = 440\text{ W}$ 이다.

### 07 품공 문제 분석



- ㄱ. 전력 손실을 줄이기 위해 초고압 변전소에서 전압을 높여 송전한다.
- ㄴ. 1차 변전소의 변압기는 전압을 낮추는 역할을 한다. 따라서 1차 코일에 걸리는 전압이 2차 코일에 걸리는 전압보다 크다.
- ㄷ. 주상 변압기는 전압을 낮추어 가정이나 소형 공장에 공급한다.

**08** ① 송전선에 전류가 흐를 때 송전선의 저항에 의해 발생하는 열에너지가 손실되는 전력에 해당한다.

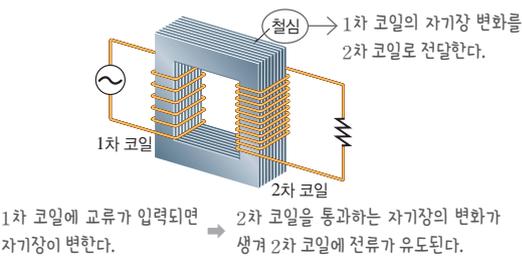
②, ④ 일정한 전력을 송전할 때 손실 전력 = (전류)<sup>2</sup> × 저항이므로 전력 손실을 줄이기 위해 송전 전압을 높여 송전선에 흐르는 전류를 감소시킨다.

③ 송전선의 길이가 줄어들면 송전선의 저항이 감소하므로 전력 손실을 줄일 수 있다.

**바로알기** ⑤ 송전선의 굵기를 굵게 만들수록 송전선의 저항이 작아지므로 손실되는 전력을 줄일 수 있다.

**09** 발전소에서 생산한 전력 = 전압 × 전류이므로, 일정한 전력을 송전할 때 전압을 10배 높이면 전류는  $\frac{1}{10}$  배가 된다. 손실 전력 = (전류)<sup>2</sup> × 저항이므로, 전류가  $\frac{1}{10}$  배가 될 때 손실 전력은  $\frac{1}{100}$  배가 된다.

### 10 품공 문제 분석



ㄴ. 1, 2차 코일의 전압은 1, 2차 코일의 감은 수에 비례하므로, 전압을 높이려면 2차 코일을 1차 코일보다 많이 감아야 한다.

**바로알기** ㄱ. 1차 코일에 교류가 흘러야 자기장의 변화가 생기며, 이 자기장의 변화가 2차 코일에 영향을 주어 전자기 유도 현상을 일으킬 수 있다.

ㄷ. 변압기에서 일어나는 에너지 손실이 없을 때 코일의 감은 수와 관계없이 2차 코일에 유도되는 전력은 1차 코일에 공급되는 전력과 같다.

**11** 변압기의 1차 코일과 2차 코일의 감은 수의 비가 1 : 100 이면, 1차 코일과 2차 코일의 전압의 비도 1 : 100이다. 따라서 2차 코일의 전압은 1차 코일의 100배가 된다. 변압기에서 에너지 손실이 없을 때 1차 코일에 공급되는 전력과 2차 코일에 유도되는 전력은 같으므로, 2차 코일의 전압이 1차 코일의 100배가 되면 전류는  $\frac{1}{100}$  배가 된다.

**12** 전력 = 전압 × 전류이므로  $200 \text{ W} = 100 \text{ V} \times$  전류에서 송전선에 흐르는 전류는 2 A이다. 이때 손실 전력 = (전류)<sup>2</sup> × 저항이므로  $(2 \text{ A})^2 \times 4 \Omega = 16 \text{ W}$ 이다. 따라서 소비자가 최대 사용할 수 있는 전력 = 송전 전력 - 손실 전력이므로, 소비자가 사용할 수 있는 최대 전력은  $200 \text{ W} - 16 \text{ W} = 184 \text{ W}$ 이다.

**13** ① 전기 시설을 지중화하면 도시 미관을 개선하고 통행 불편 등을 해소하며 자연 재해나 사고의 위험으로부터 보호할 수 있다.

② 사람 대신 로봇을 이용해 선로를 점검하거나 수리하면 고전압에 의한 안전사고를 줄일 수 있다.

③ 전력 사용량을 정확히 예측하여 발전량을 조절하면, 남은 전력이 버려지는 것을 최소화할 수 있다.

⑤ 거미줄 같은 송전 전력망을 구축하면 송전 과정에서 문제가 생겼을 때 그 부분을 차단하고 우회하여 송전할 수 있다.

**바로알기** ④ 송전 전압을 낮게 송전하면 송전선의 저항에 의해 열에너지로 전환되어 손실되는 전력이 많아지므로 송전 전압을 높게 송전해야 한다. 대신 송전탑을 인적이 드문 곳에 높게 건설하거나, 각종 안전장치를 설치하여 높은 전압으로 인한 감전 사고 등의 피해가 없도록 해야 한다.

**14** ㄴ. 초고압 직류 송전은 전선을 따라 전류의 크기가 일정한 직류가 흐르기 때문에 전자기파 발생이 없고 전력 손실이 적다.

ㄷ. 초고압 직류 송전은 전선을 지하에 묻는 비용이 교류 송전보다 적게 든다.

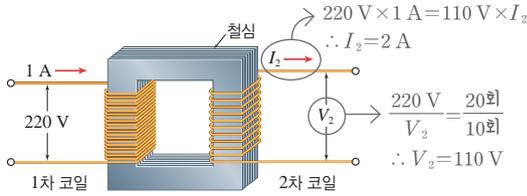
**바로알기** ㄱ. 초고압 직류 송전은 교류를 전력용 반도체를 이용하여 높은 전압의 직류로 바꿔 송전하는 방식이다.

**15** **모범 답안** 막대자석을 빠르게 움직인다. 코일의 감은 수를 많게 한다. 센 자석을 사용한다.

채점 기준	배점
유도 전류의 세기를 증가시키는 방법을 세 가지 모두 옳게 서술한 경우	100 %
두 가지만 옳게 서술한 경우	70 %
한 가지만 옳게 서술한 경우	40 %

### 16 품공 문제 분석

- 변압기에서  $\frac{V_1}{V_2} = \frac{N_1}{N_2}$  이므로 전압의 비는 코일의 감은 수의 비와 같다.
- 에너지 손실이 없으면 1차 코일과 2차 코일의 전력은 같다. ( $V_1 I_1 = V_2 I_2$ )



**모범 답안** (1) 1, 2차 코일의 전압은 1, 2차 코일의 감은 수에 비례하므로 ( $\frac{V_1}{V_2} = \frac{N_1}{N_2}$ ), 1차 코일과 2차 코일의 감은 수의 비가 2 : 1일 때 전압의 비도 2 : 1이다. 따라서 2차 코일의 전압  $V_2 = 110 \text{ V}$ 이다.  
 (2) 1차 코일의 전력과 2차 코일의 전력은 같으므로( $V_1 I_1 = V_2 I_2$ ), 1차 코일과 2차 코일의 전압의 비가 2 : 1일 때 전류의 비는 1 : 2이다. 따라서 2차 코일에 흐르는 전류  $I_2 = 2 \text{ A}$ 이다.

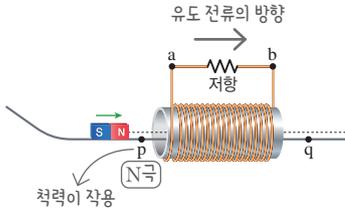
채점 기준	배점
(1) 계산 과정과 2차 코일에 유도되는 전압을 모두 옳게 구한 경우	50 %
2차 코일에 유도되는 전압만 옳게 구한 경우	20 %
(2) 계산 과정과 2차 코일에 흐르는 전류를 모두 옳게 구한 경우	50 %
2차 코일에 흐르는 전류만 옳게 구한 경우	30 %

## 실력 UP 문제

353쪽

01 ② 02 ② 03 ⑤ 04 ⑤

### 01 품공 문제 분석

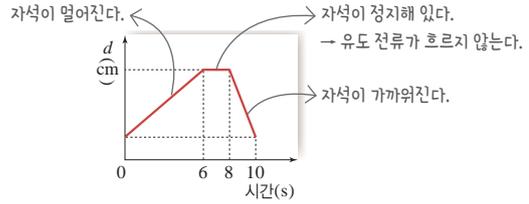


ㄴ. 코일의 유도 전류는 자석의 움직임을 방해하는 방향으로 흐른다. 자석의 운동이 유도 전류에 의해 방해 받으므로 자석의 속력은 q에서 p에서보다 느리다.

**바로알기** ㄱ. 자석이 p를 지날 때는 코일의 왼쪽에 N극이 생기도록 유도 전류가 흐르므로, 유도 전류는 a → 저항 → b 방향으로 흐른다.

ㄷ. 자석이 p를 지날 때는 코일에 가까워지므로 자석과 코일 사이에 척력이 작용하고, q를 지날 때는 코일에서 멀어지므로 자석과 코일 사이에 인력이 작용한다.

### 02 품공 문제 분석



ㄷ. 자석의 운동 방향은 3초일 때와 9초일 때가 서로 반대이므로, 유도 전류의 방향도 3초일 때와 9초일 때가 서로 반대이다.

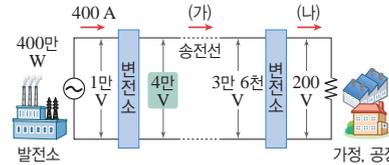
**바로알기** ㄱ. 7초일 때 자석과 코일 사이의 간격이 변하지 않으므로 자석이 정지해 있다. 따라서 코일을 통과하는 자기장의 변화가 없으므로 유도 전류가 흐르지 않는다.

ㄴ. 자석과 코일 사이의 간격은 9초일 때가 3초일 때보다 더 빠르게 변한다. 자석을 빠르게 움직일수록 유도 전류의 세기가 크므로, 유도 전류의 세기는 9초일 때가 3초일 때보다 크다.

### 03 품공 문제 분석

변압기에서 에너지 손실은 없으므로 변압기에 입력되는 전력과 변압기에서 출력되는 전력은 같다.

$$1 \text{ 만 V} \times 400 \text{ A} = 4 \text{ 만 V} \times I_{(가)} \quad V_1 I_{(가)} = V_2 I_{(나)}$$



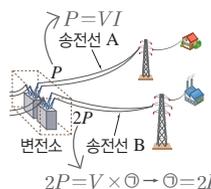
- (가) 송전선의 손실 전력 = (전류)<sup>2</sup> × 저항 =  $(100 \text{ A})^2 \times 40 \Omega = 40 \text{ 만 W}$
- (나) 송전선에 흐르는 전류  $V_1 I_{(가)} = V_2 I_{(나)}$   
 $36000 \text{ V} \times 100 \text{ A} = 200 \text{ V} \times I_{(나)}$   
 $I_{(나)} = 18000 \text{ A}$

ㄴ. 송전선에서 손실되는 전력은 (전류)<sup>2</sup> × 저항이므로 (가) 송전선에서 손실되는 전력은  $(100 \text{ A})^2 \times 40 \Omega = 40 \text{ 만 W}$ 이다.

ㄷ. 변전소의 변압기에서 에너지 손실이 없으므로 전력은 일정하게 유지된다. 따라서  $36000 \text{ V} \times 100 \text{ A} = 200 \text{ V} \times I_{(나)}$ 에서 (나) 송전선에 흐르는 전류  $I_{(나)} = 18000 \text{ A}$ 이다.

**바로알기** ㄱ. (가) 송전선에 흐르는 전류는  $\frac{\text{전력}}{\text{전압}} = \frac{400 \text{ 만 W}}{4 \text{ 만 V}} = 100 \text{ A}$ 이다.

### 04 품공 문제 분석



송전선	A	B
송전 전압	V	V
전류의 세기	I	$\frac{I}{2}$
손실 전력	$P_0$	$2P_0$

손실 전력 = (전류)<sup>2</sup> × 저항

ㄱ. 변전소에서는 변압기로 전압을 변화시킨다. 변압기의 1차 코일에 교류가 입력될 때 2차 코일에 교류가 유도되므로, A, B에 교류가 흐른다.

ㄴ. 전력=전압×전류이므로, 송전선 A의 송전 전력  $P=VI$  이고 송전선 B의 송전 전력  $2P=V \times \textcircled{㉠}$ 이다. 따라서  $\textcircled{㉠}$ 은  $2I$ 이다.

ㄷ. 송전선 A와 B의 저항을 각각  $R_A, R_B$ 라고 할 때, 손실 전력=(전류)<sup>2</sup>×저항이므로 송전선 A의 손실 전력  $P_0=I^2R_A$ 이고 송전선 B의 손실 전력  $2P_0=(2I)^2R_B$ 이다. 따라서  $R_A : R_B = 2 : 1$ 이므로, 송전선의 저항값은 A가 B의 2배이다.

## 태양 에너지의 생성과 전환

### 개념 확인 문제

356쪽

- 1 수소 핵융합   2 질량 결손   3 빛   4 열   5 전기  
6 대기   7 해수   8 탄소

- 1 (1) ○ (2) ○ (3) ×   2 ㉠ 수소, ㉡ 헬륨   3 (1) ○ (2) × (3) ○   4 태양 에너지   5 ㉢   6 ㄴ, ㄹ, ㄷ

1 (2) 태양은 주로 수소와 헬륨으로 구성되어 있는데, 태양 중심부와 같은 초고온 상태에서 원자는 원자핵과 전자로 분리되어 활발하게 움직이는 플라즈마 상태로 존재한다.

(3) 태양 에너지는 태양 중심부에 있는 핵에서 일어나는 수소 핵 융합 반응으로 생성된다.

2 태양의 핵에서 일어나는 수소 핵융합 반응은 4개의 수소 원자핵이 융합하여 1개의 헬륨 원자핵이 만들어지는 반응이다.

3 (1) 아인슈타인의 이론에 따르면 질량과 에너지는 서로 변환될 수 있는 물리량이다.

(2) 물체의 질량이  $\Delta m$ 만큼 감소하면  $E = \Delta mc^2$ 만큼의 에너지가 발생한다.

(3) 태양 에너지는 수소 원자핵이 융합하여 헬륨 원자핵이 만들어지는 과정에서 발생한 질량 결손에 해당하는 에너지이다.

4 태양 에너지는 여러 가지 다른 형태의 에너지로 전환되며, 지표면에서 자연 현상의 대부분을 일으킨다. 따라서 태양 에너지는 지구의 지표와 대기 및 해양에서 여러 가지 기상 변화를 일으키며 지구에서 여러 가지 에너지 순환을 일으키는 근원이 된다.

5 태양의 열에너지에 의해 물이 증발하여 대기 중의 수증기가 되고 구름이 되면서 퍼텐셜 에너지로 전환되었다가, 비가 내리는 과정에서 태양의 열에너지는 비의 역학적 에너지(퍼텐셜 에너지 + 운동 에너지)로 전환된다.

6 지구 내부 에너지와 핵에너지를 제외하면 지구에서 사용하는 대부분 에너지의 근원은 태양 에너지이다.

ㄱ. 우라늄과 같은 방사성 원소는 우주에서 초신성이 폭발할 때 만들어져서 지구가 생성될 때 지각에 포함된 것이다. 따라서 우라늄의 핵에너지는 태양 에너지가 전환된 에너지 형태가 아니다.

ㄴ. 화석 연료의 화학 에너지는 광합성을 통해 태양 에너지를 이용하여 포도당을 만드는 식물과 이를 에너지원으로 살아가는 동물의 유해가 오랫동안 땅속에 묻혀 생성된 것이므로 태양 에너지가 전환된 것이다.

ㄷ. 지열 발전의 지열 에너지는 지구가 만들어질 때 저장된 에너지나 마그마와 같은 지구 내부 에너지로, 태양 에너지가 전환된 에너지 형태가 아니다.

ㄹ. 풍력 발전에 의한 전기 에너지는 바람과 같이 태양 에너지에 의한 기상 현상을 이용해서 만들어진 에너지이므로, 태양 에너지가 전환된 것이다.

ㅁ. 댐에 저장된 물은 태양 에너지에 의해 증발한 수증기가 비나 눈으로 모인 것으로, 댐에 저장된 물의 퍼텐셜 에너지는 태양 에너지가 전환된 것이다.

### 내신 안정 문제

357~358쪽

- 01 ㉢   02 ㉤   03 ㉠   04 ㉡   05 ㉡   06 ㉡  
07 ㉢   08 ㉡   09 ㉢   10 해설 참조   11 해설 참조

01 ㄱ. A는 태양 중심부인 핵으로, 온도가 약 1500만 K인 초고온 상태이다. 핵(A)에서는 수소 핵융합 반응이 일어나서 에너지가 방출되며, 방출되는 에너지는 복사층과 대류층을 거쳐 우주 공간으로 방출된다.

ㄴ. 초고온 상태인 태양 중심부(A)에서 수소와 헬륨은 원자핵과 전자가 분리되어 활발하게 운동하는 플라즈마 상태로 존재한다.

**바로알기** ㄷ. 태양 중심부(A)에서는 수소 핵융합 반응으로 수소 원자핵 4개가 융합하여 헬륨 원자핵 1개가 만들어지므로 시간이 지날수록 헬륨의 양은 점점 증가한다.

## 02 품공 문제 분석



- ㄱ. 수소 핵융합 반응은 태양의 중심부인 핵에서 일어나며, 태양의 핵은 온도가 약 1500만 K인 초고온 상태이다.
- ㄴ. 수소 핵융합 반응에서 질량 결손에 해당하는 에너지를 방출하므로 질량이 감소한다. 따라서 핵융합 반응 전의 전체 질량이 반응 후의 전체 질량보다 크다.
- ㄷ. 수소 핵융합 반응에서 발생하는 에너지는 태양 에너지로, 태양 에너지는 지구에 도달하여 다른 형태의 에너지로 전환된다.

**03** ① 수소 핵융합 반응에서 핵반응 후 질량의 합이 핵반응 전 질량의 합보다 작다. 이때 감소한 질량이 에너지로 전환된다.

**04** ㄴ. 질량과 에너지는 서로 전환될 수 있으므로, 핵반응에서 질량이 감소한 만큼 에너지가 발생한다.

**바로알기** ㄱ. 질량이  $m$ 인 물체가 가지는 에너지  $E=mc^2$ 이다.

ㄷ. 아인슈타인의 이론에 따르면 질량과 에너지는 서로 전환될 수 있는 양으로, 에너지도 질량으로 전환될 수 있다.

**05** ㄴ. 태양 에너지는 지구에서 다른 에너지로 전환되고 에너지의 순환을 일으키며 생명체의 생명 활동을 유지시킨다.

**바로알기** ㄱ. 지구 내부 에너지는 지구 내부의 방사성 원소의 붕괴 열로 생기는 에너지로, 태양 에너지가 근원이 아니다.

ㄷ. 지구에 도달하는 태양 에너지는 태양에서 방출하는 에너지의 약  $\frac{1}{20}$ 억이다.

**06** ① 태양의 열에너지에 의해 바닷물이 증발한다.

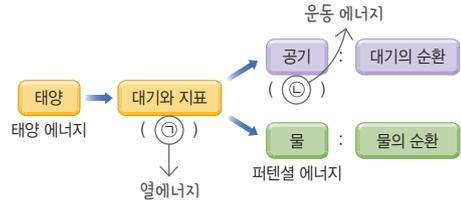
③, ⑤ 식물은 태양 에너지를 이용해서 광합성을 하여 포도당을 생성하므로 태양 에너지가 동식물에 화학 에너지로 축적된다. 이 화학 에너지는 오랫동안 땅속에 묻혀 화석 연료로 변환된다.

④ 바람이 불고, 비나 눈이 내리는 강수 현상은 태양 에너지에 의해 일어나는 기상 현상이다.

**바로알기** ② 지진이나 화산 활동은 지구 내부 에너지에 의해 일어나는 현상으로, 태양 에너지가 전환되면서 생기는 현상이 아니다.

**07** 대기 중에 탄소는 이산화 탄소가 존재하며, 탄소가 식물의 양분으로 저장되는 광합성 과정에서 태양의 빛에너지는 화학 에너지의 형태로 포도당에 저장된다. 이 양분을 에너지원으로 사용하는 생명체의 유해가 땅속에 묻히면 화석 연료가 된다. 화석 연료의 화학 에너지는 화력 발전소에서 열에너지와 전기 에너지의 형태로 전환된다.

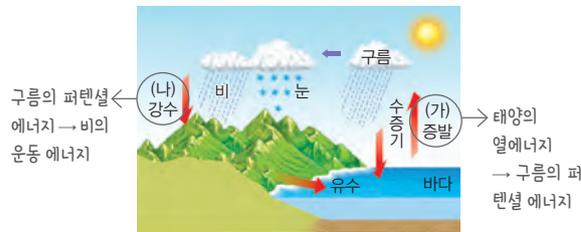
## 08 품공 문제 분석



태양 에너지는 대기와 지표에 열에너지로 흡수되어 바람을 일으키고 물을 증발시켜 구름을 만든다. 이 과정에서 대기와 지표에 흡수된 열에너지는 공기의 운동 에너지, 구름과 높은 곳에 있는 물의 퍼텐셜 에너지로 전환된다.

## 09 품공 문제 분석

바닷물이 태양 에너지를 흡수하여 증발하면 수증기로 변해 높은 곳으로 올라가서 구름이 되고, 비와 눈으로 내린 뒤, 다시 바다로 흘러든다. → 물이 순환한다.



ㄱ. 물이 순환하며 일어나는 기상 현상은 태양 에너지가 일으키는 에너지 순환 과정이다.

ㄷ. (나)에서 높은 곳에 있던 구름이 비가 되어 떨어질 때 구름의 퍼텐셜 에너지가 비의 운동 에너지로 전환된다.

**바로알기** ㄴ. (가)에서 바닷물이 증발하여 높은 곳으로 올라가면 구름이 된다. 이때 태양의 열에너지가 구름의 퍼텐셜 에너지로 전환된다.

**10** **모범 답안** 태양 중심부에서 수소 원자핵이 헬륨 원자핵으로 변환되는 수소 핵융합 반응에서 질량 결손에 해당하는 에너지가 방출된다.

채점 기준	배점
단어를 모두 포함하여 태양 에너지가 생성되어 방출되는 원리를 옳게 서술한 경우	100 %
수소 핵융합 반응에 의해 생성된다고만 서술한 경우	50 %

**11** **모범 답안** 핵반응 후 입자들의 질량 합이 핵반응 전 입자들의 질량 합보다 줄어드는데 이때의 질량 차이를 말한다.

채점 기준	배점
핵반응 전과 후 입자들의 질량 합이 줄어드는데 이때의 질량 차이라고 서술한 경우	100 %
질량이 줄어드는 것이라고만 서술한 경우	50 %



4 원자로 안에서 우리늄 원자핵에 속력이 느린 중성자를 충돌시키면 원자핵이 둘로 쪼개지는 핵분열 반응이 일어나면서 중성자와 에너지가 발생한다. 핵분열은 이를 이용하여 물을 끓이고, 터빈을 돌려 전기 에너지를 생산한다.

5 풍력 발전기는 바람의 운동 에너지를 이용해서 발전기를 돌려 전기 에너지를 생산하는 장치이다.

6 (1) 핵분열은 화력 발전에 비해 연료비가 저렴하지만, 방사성 폐기물을 처리하기 어렵다는 단점이 있다.  
 (2) 풍력 발전은 전력 생산 단가가 저렴하지만, 소음이 발생하고 새들이 풍력 발전기의 날개에 충돌하는 문제가 발생한다.  
 (3) 태양광 발전은 태양 에너지를 이용하므로 에너지원을 자연에서 쉽게 얻을 수 있지만, 태양 전지에서 반사되는 빛이 인가나 축사에 피해를 주기도 한다.

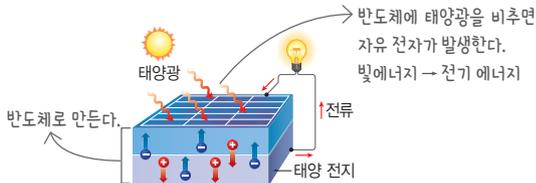
**내신 안정 문제**

363~364쪽

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

01 가. 화석 연료는 매장량의 한계가 있으며 새로 생성될 때까지 오랜 시간이 걸리지만 누적된 소비량은 증가하고 있으므로, 언젠가는 고갈될 에너지이다.  
 나. 화석 연료를 연소시킬 때 발생하는 이산화 탄소 등과 같은 물질들은 지구 온난화와 같은 기후 변화와 대기 오염을 일으킨다.  
 다. 화석 연료는 생명체의 유해가 땅속에 묻힌 후 오랫동안 높은 열과 압력을 받아 생성된다.

**02 품공 문제 분석**



가. 태양 전지는 반도체에 빛이 흡수되면 태양 전지 내부에 자유 전자가 발생하는 원리를 이용하여 만든다.  
 다. 태양 전지에 빛을 비추면 외부 회로를 통해 전류가 흐르므로 태양 전지는 태양의 빛에너지를 직접 전기 에너지로 전환한다.  
**바로알기** 나. 태양 전지는 태양 에너지를 직접 전기 에너지로 전환하므로 전자기 유도를 이용하지 않는다.

03 ① 태양광 발전은 태양 전지를 생산하고, 발전 설비를 설치하는 데 비용이 많이 들기 때문에 초기 설치 비용이 많이 든다.

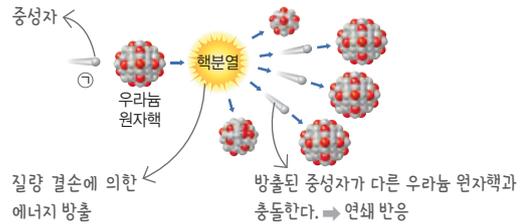
② 태양광 발전은 환경 문제를 거의 일으키지 않는다.

③ 태양광 발전은 계절과 일조량에 따라 발전 시간이 제한적이므로, 발전량이 달라진다.

④ 태양 전지 하나의 발전량은 매우 적기 때문에 실제 태양광 발전에서는 태양 전지를 여러 개 합친 태양 전지판을 사용한다. 따라서 대규모 발전을 위해 태양 전지판을 설치할 수 있는 넓은 장소가 필요하다.

**바로알기** ⑤ 태양 전지 하나의 발전량이 매우 적기 때문에 태양광 발전 시설의 발전 효율은 화력 발전에 비해 낮은 편이다.

**04 품공 문제 분석**

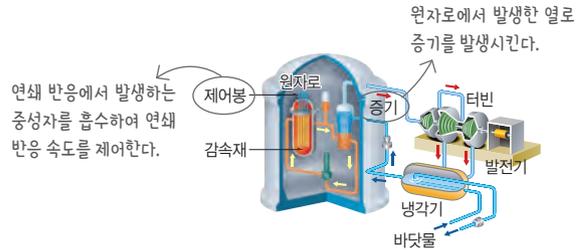


가. 우리늄 원자핵에 속력이 느린 중성자를 충돌시키면 핵분열 반응이 일어난다. 따라서 ㉠은 중성자이다.

다. 우리늄 원자핵이 분열할 때 핵분열 후 물질의 질량 합이 핵분열 전 물질의 질량 합보다 작아지는 질량 결손이 생기며, 이 질량 결손에 해당하는 에너지가 방출된다.

**바로알기** 나. 우리늄과 같이 무거운 원자핵에 중성자를 충돌시키면 원자핵이 불안정해져서 두 개의 가벼운 원자핵으로 분열한다.

**05 품공 문제 분석**



나. 핵분열의 연쇄 반응에서 기하급수적으로 증가하는 중성자를 제어봉으로 흡수하여 연쇄 반응 속도를 제어하면 에너지 방출량을 조절할 수 있다.

다. 핵발전소는 원자로에서 발생한 열로 물을 끓여서 발생한 증기로 발전기의 터빈을 돌려 전기 에너지를 생산한다.

**바로알기** 가. 핵발전은 발전 과정에서 이산화 탄소를 거의 배출하지 않는다.

**06** 핵분열이 연속으로 일어나는 현상을 **(㉔)연쇄 반응**이라고 하며, 원자로에서는 중성자의 속력을 느리게 하여 연쇄 반응이 계속 잘 일어나도록 하기 위해 **(㉕)감속재**를 사용한다. 또 연쇄 반응에서 기하급수적으로 증가하는 중성자를 흡수하여 연쇄 반응 속도를 제어하기 위해 **(㉖)제어봉**을 사용한다.

**07** ① 핵발전은 사고가 발생하면 방사성 물질이 유출될 위험성이 높다.

② 방사성 폐기물 처리로 인한 사회적 갈등이 발생한다.

③ 우리나라의 매장량이 한정되어 있어 인젠가는 고갈될 수 있다.

⑤ 핵발전은 연료의 단위질량당 발생하는 에너지가 크므로, 에너지 효율이 높아 대용량 발전이 가능하다.

**바로알기** ④ 핵발전은 화력 발전에 비해 연료비가 저렴하다.

**08** ② 풍력 발전은 바람의 운동 에너지를 이용하므로 발전 과정에서 대기 오염 물질을 배출하지 않는다.

③ 풍력 발전기의 날개가 돌아갈 때 소음이 발생한다.

④ 풍력 발전기는 설비가 비교적 간단하고 바람을 이용하므로 전력 생산 단가가 저렴하다.

⑤ 바람의 세기가 강하거나 날개의 길이가 길수록 날개를 통과하는 공기의 양이 많아지므로 전력 생산량이 증가한다.

**바로알기** ① 풍력 발전은 바람의 방향과 세기가 일정하지 않으므로 발전량이 일정하지 않고, 발전량을 예측하기 어렵다.

**09** ㄱ. 화력 발전(가)에서 사용하는 화석 연료는 연소 과정에서 이산화 탄소를 배출한다.

ㄴ. 태양광 발전(나)은 태양 전지가 태양의 빛에너지를 전기 에너지로 직접 전환하므로 발전기를 사용하지 않는다.

ㄷ. 태양광 발전(나)과 풍력 발전(다)은 자연의 에너지를 이용하므로 에너지원이 고갈될 염려가 없다.

**10** **모범 답안** 우리나라 원자핵에 중성자를 충돌시키면, 우리나라 원자핵이 분열되면서 방출되는 2~3개의 중성자가 다른 원자핵에 계속 충돌하여 핵분열이 연쇄적으로 일어난다.

채점 기준	배점
핵분열 시 방출되는 2~3개의 중성자가 다른 우리나라 원자핵에 계속 충돌하여 핵분열이 연쇄적으로 일어난다고 옳게 서술한 경우	100 %
핵분열이 계속 일어난다고만 서술한 경우	50 %

**11** **모범 답안** 빛에너지 → 전기 에너지, 고갈될 염려가 없다. 환경 문제를 일으키지 않는다. 진동과 소음이 적고 수명이 길다.

채점 기준	배점
에너지 전환 과정과 장점 두 가지를 모두 옳게 서술한 경우	100 %
장점 두 가지만 옳게 서술한 경우	70 %
에너지 전환 과정만 옳게 서술한 경우	30 %

**12** **모범 답안** 지속적으로 바람이 부는 지역인 산이나 바다 근처에 설치하거나 해양에 설치한다.

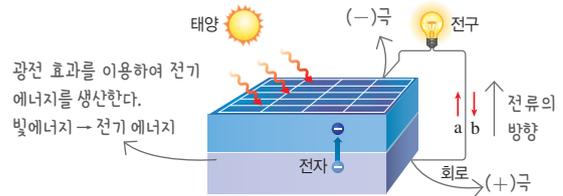
채점 기준	배점
지속적으로 바람이 부는 지역인 산이나 바다 근처에 설치하거나 해양에 설치한다고 옳게 서술한 경우	100 %
산이나 바다 근처에 설치하거나 해양에 설치한다고만 서술한 경우	70 %

## 실력 UP 문제

365쪽

01 ③ 02 ② 03 ③ 04 ⑤

### 01 품공 문제 분석

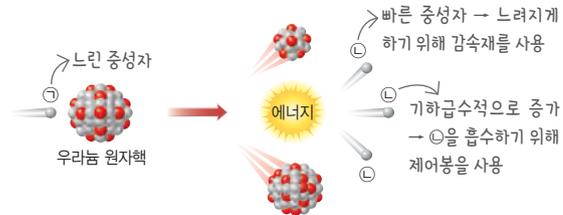


ㄱ. 전류가 흐르는 방향은 전자가 흐르는 방향과 반대이다. 전자는 태양 전지의 (-)극에서 b 방향으로 흘러 (+)극으로 이동하므로, 외부 회로에 흐르는 전류의 방향은 a이다.

ㄴ. 태양 전지의 반도체에 빛을 비추면 자유 전자가 발생하는 것은 광전 효과와 같은 원리이다.

**바로알기** ㄷ. 태양 전지는 태양의 빛에너지를 직접 전기 에너지로 전환하므로 열에너지를 운동 에너지로 전환하는 과정이 없다.

### 02 품공 문제 분석



ㄷ. 원자로에서 일어나는 핵분열 반응에서는 질량 결손에 해당하는 에너지가 방출되므로, 반응 후 생성물의 질량 합은 반응 전 반응물의 질량 합보다 작다.

**바로알기** ㄱ. 원자로에서 우리나라 원자핵에 속력이 느린 중성자(㉔)를 충돌시키면 핵분열 반응이 일어나면서 빠른 중성자(㉕)와 에너지를 방출한다.

ㄴ. 제어봉은 핵분열 반응에서 기하급수적으로 증가하는 중성자를 흡수하여 연쇄 반응 속도를 제어한다. 따라서 연쇄 반응 속도를 조절하기 위해 ㉖을 흡수하는 것은 제어봉이다.

**03** 나. (나)의 화력 발전에서 사용하는 화석 연료는 언젠가 고갈될 에너지이므로 지속 가능한 발전 방식에 해당하지 않는다.

르. (가)의 핵발전에서는 핵분열 반응에서 발생한 열에너지로, (나)의 화력 발전에서는 화석 연료를 연소시켜 발생한 열에너지로 각각 증기를 발생시켜 발전기를 돌린다. 따라서 (가), (나) 모두 '열에너지 → 운동 에너지 → 전기 에너지'의 에너지 전환 과정이 나타난다.

**바로알기** ㄱ. (가)의 핵발전은 핵분열 반응을 이용하여 전기 에너지를 생산한다.

ㄷ. (나)의 화력 발전의 근원이 되는 에너지는 태양 에너지이지만, (가)의 핵발전의 근원이 되는 에너지는 우라늄의 핵에너지로 태양 에너지와 관련 없다.

**04** 태양광 발전에 사용되는 태양 전지는 태양의 빛에너지를 전기 에너지로 직접 전환하므로, 태양광 발전에서는 발전기를 사용하지 않는다. 태양 전지에 빛이 비추지면 자유 전자가 발생하여 한쪽 전극으로 이동하므로 외부 회로에 전류의 세기와 방향이 일정한 직류가 흐르게 된다.

## 4 미래의 지속 가능한 발전

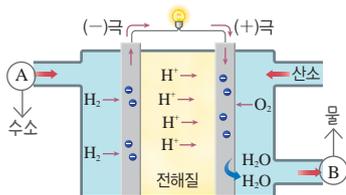
### 개념 확인 문제

368쪽

- ① 신재생 에너지    ② 연료 전지    ③ 물    ④ 조력 발전  
 ⑤ 파력 발전    ⑥ 적정 기술

- 1 A: 수소, B: 물    2 (1) ○ (2) ○ (3) ○    3 공기    4 (1) ○ (2) ○ (3) ×

**1** 수소 연료 전지의 (-)극에서는 공급한 수소가 산화되면서 전자를 내놓으므로 A는 수소이다. (+)극에서는 산소가 환원되면서 수소 이온과 반응하여 물이 생성되므로 B는 물이다.



**2** (1) 조력 발전은 밀물 때 바닷물을 받아들이면서 터빈을 돌려 전기를 생산하거나(예 시화호 조력 발전소), 썰물 때 바닷물을 방출하면서 터빈을 돌려 전기 에너지를 생산한다.

(2) 에너지원으로 밀물과 썰물 때 생기는 해수면의 높이차를 이용하므로 에너지원이 고갈될 염려가 없고, 온실 기체와 환경 오염 물질이 거의 발생하지 않는다.

(3) 제방 안쪽에 바닷물을 가두므로 갯벌이 파괴되어 해양 생태계에 혼란을 줄 수 있다.

**3** 파력 발전은 파도와 함께 해수면이 상승 또는 하강할 때 발전소 안의 공기가 압축되면서 생기는 공기의 흐름으로 터빈을 돌려 전기 에너지를 생산한다.

**4** (1) 신재생 에너지를 활용하기 위해 주택의 지붕에 태양 전지판을 설치하여 전기 에너지를 생산한다.

(2) 건물 외벽에 고효율 단열재를 사용하여 건물 밖으로 빠져나가는 열을 줄인다.

(3) 모든 도로는 보행자, 자전거 통행자에게 우선권을 주어 자동차의 운행을 줄임으로서 이산화 탄소 배출량을 줄인다.

## 내신 안정 문제

369~370쪽

- 01 ④    02 ③    03 ②    04 ⑤    05 ⑤    06 ④  
 07 (가) 태양광 발전 (나) 조력 발전 (다) 지열 발전    08 ⑤  
 09 ④    10 해설 참조

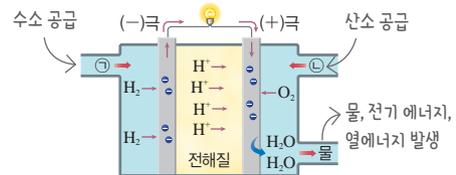
**01** ①, ⑤ 신재생 에너지는 자원 고갈의 염려가 없고, 이산화 탄소 배출로 인한 환경 문제가 거의 발생하지 않는다.

② 신재생 에너지를 이용한 발전 방식은 대부분 화력 발전에 비해 에너지 효율이 낮다.

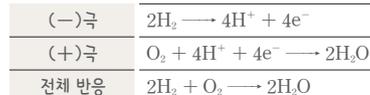
③ 신재생 에너지는 새로운 기술이 적용된 신에너지와 계속해서 다시 사용할 수 있는 재생 에너지를 말한다.

**바로알기** ④ 신재생 에너지는 기존의 에너지원에 비해 초기 투자 비용이 많이 든다.

### 02 품공 문제 분석



• 전극에서 일어나는 반응



ㄷ. 수소 연료 전지는 수소와 산소의 화학 반응을 통해 화학 에너지를 전기 에너지로 전환하는 장치이다.

**바로알기** ㄱ. (-)극에 공급한 수소(㉠)와 (+)극에 공급한 산소(㉡)가 반응하여 물과 전기 에너지, 열에너지가 발생한다.

ㄴ. 수소 연료 전지에서 생성되는 물질은 물뿐이다.

**03** ① 수소 연료 전지는 에너지 효율이 높고, 생성물이 물뿐이므로 환경 오염 문제가 거의 없다.

③ 수소 연료 전지의 수소가 폭발할 위험이 있으므로, 수소의 저장 기술과 안정성 확보가 중요하다.

④ 연료 전지의 연료로 수소 이외에 수소를 포함한 천연가스, 메탄올 등의 다양한 연료를 사용할 수 있다.

⑤ 수소 연료 전지는 소규모의 휴대용 전자 제품부터 자동차, 대형 연료 전지 발전소까지 넓은 영역에 이용될 수 있다.

**바로알기** ② 수소 연료 전지는 수소를 연소시키는 것이 아니라 화학 반응을 통해 화학 에너지를 전기 에너지로 전환한다.

**04** **꼼꼼 문제 분석**



- (가): 건전지에 의해 물이 수소와 산소로 전기 분해 되어 백탄의 무수히 많은 구멍 속에 각각 저장된다.
- (나): 백탄을 발광 다이오드와 전선으로 연결하면 (-)극에서 수소의 산화가 일어나 전자를 내어 놓는다. 이 전자가 전선을 통해 (+)극으로 이동하고 산소가 환원되며 수소 이온과 반응하여 물이 생성된다. 이 과정에서 전선에 전류가 흘러 발광 다이오드에 불이 켜진다.

ㄱ. (가)에서 물이 전기 분해될 때 (+)극에서는 산소가, (-)극에서는 수소가 발생한다.

ㄴ. (나)의 발광 다이오드에 흐르는 전류는 수소와 산소가 반응하여 물이 되는 과정에서 생긴 것이다.

ㄷ. (가)는 물이 수소와 산소로 분해되는 반응이고 (나)는 수소와 산소가 반응하여 물이 되는 반응이므로, (나)의 반응은 (가)의 반응을 반대로 이용한 것이다.

**05** **꼼꼼 문제 분석**



ㄴ. 조력 발전소는 대규모 시설이므로 초기 건설 비용이 많이 들고, 갯벌을 파괴할 수 있으므로 주변 환경이 변할 수 있다.

ㄷ. 조수 간만의 차가 클수록 물의 퍼텐셜 에너지가 커지므로, 많은 양의 전기 에너지를 생산할 수 있다.

**바로알기** ㄱ. 조력 발전소는 방조제의 규모가 크므로 소규모로 개발하기 어렵다. 또한 조수 간만의 차가 큰 강의 하구나 만에 설치해야 하므로 장소 선정에 제한이 따른다.

**06** **꼼꼼 문제 분석**

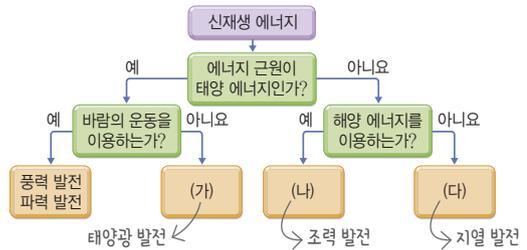


ㄴ. 발전 방식에 따라 발전 시설을 방파제로 활용할 수 있다.

ㄷ. 파도가 밀려와 해수면이 높아지면서 공기실의 공기가 압축될 때 공기의 흐름이 터빈을 돌려 전기 에너지를 생산한다.

**바로알기** ㄱ. 파력 발전은 기후에 따라 파도가 약해지면 발전량이 감소하므로 발전량이 일정하지 않다.

**07** **꼼꼼 문제 분석**



(가) 에너지의 근원이 태양 에너지이며 바람의 운동을 이용하지 않는 방식은 태양광 발전이다.

(나) 에너지의 근원이 태양 에너지가 아니며, 해양 에너지를 이용하는 방식은 조력 발전이다.

(다) 에너지의 근원이 태양 에너지가 아니며, 해양 에너지를 이용하지 않는 방식은 지구 내부 에너지가 근원인 지열 발전이다.

**08** ㄱ. 친환경 에너지 도시는 온실 기체를 줄이기 위해서 태양광 발전, 풍력 발전, 열병합 발전 등 재생 가능한 에너지를 적극적으로 활용한다.

ㄴ. 고효율 단열재를 사용하여 건물의 열손실을 줄이고, 열교환기가 부착된 환풍기, 자연 채광 등을 이용해 실내 온도 유지에 필요한 에너지를 최소화한다.

ㄷ. 친환경 에너지 도시는 지역 환경에 맞는 신재생 에너지를 생산하고 판매함으로써 환경 문제와 에너지 문제를 함께 해결할 수 있는 도시이다.

**09** 나. 적정 기술은 화석 연료를 사용하지 않는 친환경적인 기술이며, 과학 기술의 혜택에서 소외된 사람들의 삶의 질을 개선할 수 있는 기술이다.

다. 적정 기술은 사회 공동체의 특성을 고려해 해당 지역에서 지속적인 생산과 소비가 가능해야 한다.

**바로알기** 가. 적정 기술은 대규모의 사회 기반 시설이 필요하지 않은 단순한 수준의 기술이다.

**10** **모범 답안** (1)  $2\text{H}_2 + \text{O}_2 \longrightarrow 2\text{H}_2\text{O}$

- (2) 휴대용 전자 제품, 수소 연료 전지 자동차, 대형 연료 전지 발전소 등
- (3) 화력 발전은 여러 단계의 에너지 전환 과정(화학 에너지 → 열에너지 → 운동 에너지 → 전기 에너지)을 거치면서 에너지 손실이 많이 발생하지만, 연료 전지는 연료의 화학 에너지를 전기 에너지로 직접 전환하므로 에너지 효율이 더 높다.

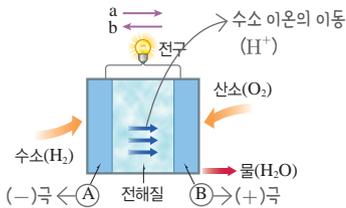
채점 기준	배점
(1) 화학 반응식을 옳게 쓴 경우	30 %
(2) 연료 전지가 활용되는 분야를 두 가지 모두 옳게 서술한 경우	30 %
	한 가지만 옳게 서술한 경우
(3) 화력 발전의 에너지 전환 과정과 비교하여 연료 전지의 에너지 효율이 더 높은 까닭을 옳게 서술한 경우	40 %
	연료 전지는 연료의 화학 에너지가 전기 에너지로 직접 전환되기 때문이라고만 서술한 경우

**실력 UP 문제**

371쪽

01 ③ 02 ③ 03 ① 04 ④

**01** **꼼꼼 문제 분석**



(-)극	$2\text{H}_2 \longrightarrow 4\text{H}^+ + 4\text{e}^-$
(+)극	$\text{O}_2 + 4\text{H}^+ + 4\text{e}^- \longrightarrow 2\text{H}_2\text{O}$
전체 반응	$2\text{H}_2 + \text{O}_2 \longrightarrow 2\text{H}_2\text{O}$

나. (+)극인 B에서 산소가 환원되며 수소 이온과 반응하여 물과 함께 전기 에너지와 열에너지가 발생한다.

다. 전자는 도선을 통해 (-)극인 A에서 (+)극인 B를 향해 a 방향으로 이동한다. 전류의 방향은 전자의 이동 방향과 반대이므로, 전류의 방향은 b이다.

**바로알기** 가. A는 (-)극이고, B가 (+)극이다.

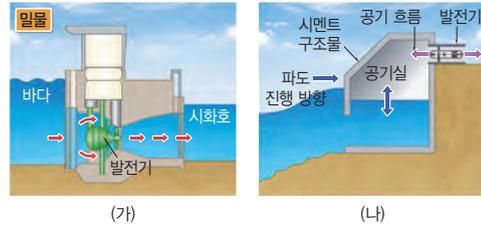
리. 전자는 도선을 통해 (-)극인 A에서 (+)극인 B로 이동한다. 전해질을 통해 A에서 B로 이동하는 것은 수소 이온이다.

**02** 가. 화력 발전에서는 여러 단계의 에너지 전환 과정을 거쳐 전기 에너지를 생산하지만, 수소 연료 전지에서는 연료의 화학 에너지를 전기 에너지로 직접 전환한다. 따라서 에너지 효율은 (가)가 (나)보다 높다.

나. 수소 연료 전지는 연소 과정이 없으므로 전기를 생산할 때 소음과 환경 오염 물질이 거의 발생하지 않는다.

**바로알기** 다. 화력 발전은 연료를 연소시켜 전기 에너지를 생산하며 화학 에너지 → 열에너지 → 운동 에너지 → 전기 에너지의 전환 과정을 거치지만, 연료 전지는 연료의 화학 에너지가 전기 에너지로 직접 전환된다.

**03** **꼼꼼 문제 분석**



(가) 조석 발전: 밀물일 때 바닷물을 받아들여면서 터빈을 돌린다.

(나) 파력 발전: 파도가 밀려와서 수면이 높아지면 발전소 안의 공기가 압축되면서 터빈을 돌린다.

가. 조석 현상이 매일 약 두 번씩 정해진 시간에 일어나므로, (가)는 지속적이고 예측 가능한 발전이다.

나. (가)는 조수 간만의 차를 이용하여 전기 에너지를 생산하므로 조수 간만의 차가 큰 서해안이나 동해안보다 적합하다.

**바로알기** 다. (가)는 대규모 발전이 가능하며, (나)는 소규모 발전이 가능하다.

리. (가)는 바닷물의 높이차가 없을 때는 가동이 중단되므로 발전량이 일정하지 않고, (나)는 기후나 파도의 상황에 따라 발전량이 일정하지 않다. 따라서 (가)와 (나) 모두 발전량의 변동이 크다.

**04** 가. (가)의 환풍기에 열교환기를 부착하여 건물 밖의 찬 공기와 건물 안의 더운 공기를 섞이게 하면 난방 기구 없이 실내 온도를 조절할 수 있다.

나. (나)의 3중 유리창은 단열 효과가 크므로 열손실을 줄일 수 있는 한편, 채광을 위해 창을 넓게 만들면 조명에 소비되는 전기 에너지를 절약할 수 있다.

**바로알기** 다. (다)의 전기 자동차 충전소에서는 태양광과 같은 신재생 에너지를 활용하여 직접 생산한 전기 에너지로 전기 자동차를 충전한다.

**중단원 핵심 정리**

372쪽

- ① 전자기 유도 ② 열 ③ 전류 ④ 높은 ⑤ 수소 핵융합  
⑥ 질량 결손 ⑦ 전기 ⑧ 운동 ⑨ 물 ⑩ 조력

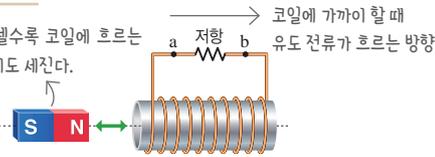
**중단원 마무리 문제**

373~375 쪽

- 01 ③ 02 ③ 03 ① 04 ③ 05 해설 참조 06 ③  
07 ③ 08 화석 연료 09 ⑤ 10 ⑤ 11 ① 12 ①  
13 ② 14 ② 15 A: 연료 전지 발전, B: 지열 발전, C: 조력 발전 16 ③

**01 품공 문제 분석**

자석의 세기가 셀수록 코일에 흐르는 유도 전류의 세기도 세진다.



ㄱ. 자석의 세기가 셀수록 단위시간당 코일을 통과하는 자기장의 변화가 크므로, 유도 전류의 세기는 세진다.

ㄴ. 자석의 N극을 코일에 가까이 할 때 코일의 왼쪽에 N극이 생기도록 유도 전류가 흐르므로, 방향은 a → 저항 → b 방향이다.

**바로알기** ㄴ. 코일에 흐르는 유도 전류는 자석의 운동을 방해하는 방향으로 흐르므로, 자석의 N극을 코일에서 멀리 할 때 코일의 왼쪽 부분은 S극이 된다.

**02** ① 영구 자석이 회전할 때 코일을 통과하는 자기장이 변하므로 코일에 유도 기전력(전압)이 발생한다.

② 영구 자석의 회전에 의해 유도 기전력(전압)이 발생하므로 코일에 유도 전류가 흐른다.

④ 자전거의 바퀴가 빠르게 회전할수록 유도 전류는 더 세지므로 전조등은 더 밝아진다.

⑤ 회전하는 영구 자석의 운동 에너지가 발전기에 의해 전기 에너지로 전환된다.

**바로알기** ③ 전자기 유도 현상에 의해 흐르는 전류는 교류이므로, 전조등에 흐르는 전류의 방향과 세기는 계속 변한다.

**03** ㄱ. 송전선에 전류가 흐를 때 송전선의 저항으로 인해 열이 발생하는데, 이는 전기 에너지의 일부가 열로 손실되는 것이다.

**바로알기** ㄴ. 송전 전력 = 송전 전압 × 전류이므로, 일정한 전력을 송전할 때 전압을 100배 높여 송전하면 송전선에 흐르는 전류는

$$\frac{1}{100} \text{ 배로 줄어든다. 따라서 손실되는 전력은 } (전류)^2 \times \text{저항에서 } \left(\frac{1}{100}\right)^2 = \frac{1}{10000} \text{ 배로 줄어든다.}$$

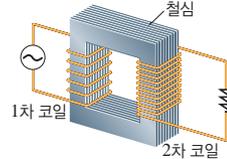
ㄴ. 송전선의 굵기가 굵을수록 저항이 작으므로 전력 손실을 줄이려면 굵기가 굵은 송전선을 사용해야 한다.

**04 품공 문제 분석**

• 1차 코일과 2차 코일에 걸리는 전압의 비는 1차 코일과 2차 코일의

$$\text{같은 수의 비와 같다. } \left(\frac{V_1}{V_2} = \frac{N_1}{N_2}\right)$$

• 변압기에서 에너지 손실이 없으므로 1차 코일의 전력과 2차 코일의 전력이 같다. ( $P_1 = P_2$ )



• 2차 코일에 걸린 전압은  $\frac{110 \text{ V}}{V_2} = \frac{200 \text{ 회}}{400 \text{ 회}}$  에서  $V_2 = 220 \text{ V}$  이다.  
• 2차 코일의 전력은  $P_1 = P_2$  에서  $220 \text{ W} = P_2$  이다.

ㄱ. 변압기는 코일의 감은 수를 조절하여 전압을 변화시키는 장치로, 전자기 유도를 이용한다.

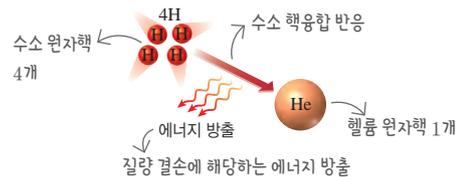
ㄴ. 1, 2차 코일의 감은 수의 비는 1, 2차 코일에 걸리는 전압의 비와 같다. 따라서 2차 코일의 전압  $V_2$  는 220 V 이다.

**바로알기** ㄴ. 변압기에서 발생하는 에너지 손실을 무시하면 1, 2차 코일의 전력이 같으므로 2차 코일의 전력  $P_2$  도 220 W 이다.

**05** **모범 답안** 송전선에서 손실 전력은 (전류)<sup>2</sup> × 저항 =  $\left(\frac{\text{전력}}{\text{전압}}\right)^2 \times \text{저항}$  이다. 지역 A, B에서 송전선의 손실 전력이 서로 같을 때,  $\left(\frac{P}{V}\right)^2 \times R = \left(\frac{2P}{V}\right)^2 \times (가)$  이므로 지역 B에서 송전선의 저항 (가)는 0.25R 이다.

채점 기준	배점
B에서 송전선의 저항을 계산 과정과 함께 옳게 구한 경우	100 %
B에서 송전선의 저항만 옳게 구한 경우	50 %

**06 품공 문제 분석**



ㄱ. 태양 에너지는 태양 중심부에서 수소 원자핵이 융합하여 헬륨 원자핵으로 바뀌는 수소 핵융합 반응으로 생성된다.

ㄴ. 태양 에너지는 지구에 도달하여 지구에서 에너지 전환과 순환을 일으킨다.

**바로알기** ㄴ. 수소 핵융합 반응에서 질량 결손에 해당하는 에너지가 발생하므로, 핵반응 후 전체 질량이 줄어든다. 따라서 핵반응 전과 후 전체 질량의 합은 보존되지 않는다.

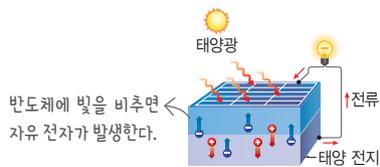
**07** ㄱ. 태양의 열에너지는 지구에서 대기와 해수에 흡수되어 대기와 해수의 순환을 일으키고 비, 눈 등의 기상 현상의 원인이 된다.

ㄷ. 태양의 빛에너지는 식물의 광합성을 통해 포도당을 합성하는 과정에서 화학 에너지로 전환되어 포도당에 저장된다. 생명체는 포도당에 저장된 화학 에너지를 에너지원으로 이용하여 생명 활동을 유지한다.

**바로알기** ㄴ. 우라늄은 우주의 초신성이 폭발할 때 생겨나서 지구의 지각에 포함된 것이므로 우라늄의 핵에너지는 태양 에너지와 관계가 없다.

**08** 화석 연료는 18세기 이후부터 사용하여 현재 가장 많이 사용하고 있는 에너지원으로, 사용 과정에서 대기 오염 물질과 온실 기체가 발생하여 환경 문제를 일으킨다.

**09** **꼼꼼 문제 분석**



장점	단점
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 환경 문제를 거의 일으키지 않는다.</li> <li>• 유지와 보수가 간편하다.</li> <li>• 진동과 소음이 적다.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 일조량에 따라 발전량이 달라진다.</li> <li>• 넓은 설치 면적이 필요하다.</li> <li>• 초기 설치 비용이 많이 든다.</li> </ul>

- ① 태양 전지는 생산하고 설치하는 데 비용이 많이 들어 초기 투자 비용이 많이 든다.
- ② 태양 전지는 태양의 빛에너지를 직접 전기 에너지로 전환하므로, 이산화 탄소와 환경 오염 물질이 거의 발생하지 않는다.
- ③ 태양광 발전 설비는 수명이 길고 유지와 보수가 간편하다.
- ④ 태양 전지는 반도체에 빛을 비추면 내부에 자유 전자가 생기는 원리를 이용하여 전기 에너지를 생산한다.

**바로알기** ⑤ 태양 전지 하나의 발전량은 매우 적기 때문에, 태양광 발전으로 많은 전력을 생산하기 위해서는 태양 전지의 설치 면적이 넓어야 한다.

**10** ㄴ. 연쇄 반응이 계속 일어나도록 하기 위해서는 핵분열 과정에서 발생하는 중성자의 속도를 느리게 해야 하므로, 감속재를 사용한다.

ㄷ. 제어봉은 기하급수적으로 증가하는 중성자를 흡수하여 연쇄 반응의 속도를 조절하기 위해 사용한다.

**바로알기** ㄱ. 핵분열 과정에서 발생하는 에너지는 질량 결손에 해당하는 만큼의 핵에너지이다.

**11** ② 발전기를 돌려서 전자기 유도를 이용해 전기 에너지를 생산하는 발전 방식은 (가) 화력 발전, (다) 풍력 발전, (라) 핵발전이다.

③ 대기 오염 물질을 방출하는 발전 방식은 화석 연료를 사용하는 (가) 화력 발전이다.

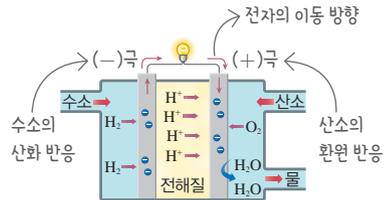
④ 에너지원이 고갈될 염려가 없는 발전 방식은 재생 가능한 에너지원을 사용하는 (나) 태양광 발전, (다) 풍력 발전이다.

⑤ 에너지의 근원이 태양 에너지가 아닌 발전 방식은 (라) 핵발전이다. 핵발전은 우라늄의 핵에너지가 에너지의 근원이다.

**바로알기** ① (나) 태양광 발전은 발전기를 사용하지 않으므로, 소음과 진동이 발생하지 않는다.

**12** 핵발전의 연료인 우라늄은 매장량이 한정되어 있기 때문에 연료가 고갈될 수 있다. 따라서 핵발전은 재생 가능한 에너지를 변환하여 이용하는 발전 방식에 해당되지 않는다.

**13** **꼼꼼 문제 분석**



ㄴ. 수소 연료 전지에서 일어나는 반응은 수소와 산소가 반응하여 물이 생성되는 반응이므로 최종 생성물은 물이다. 따라서 환경 오염을 거의 일으키지 않는다.

**바로알기** ㄱ. 수소 연료 전지에서 수소는 (-)극에 공급되어 전자를 잃고 산화된다.

ㄷ. 수소 이온은 전해질을 통해 (-)극에서 (+)극으로 이동한다.

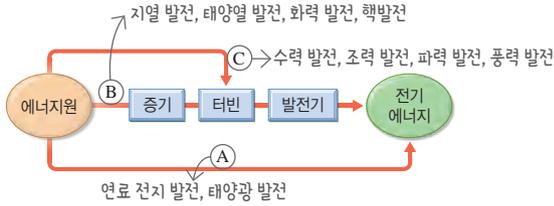
**14** ①, ⑤ 조력 발전과 파력 발전은 재생 에너지인 해양 에너지를 이용하므로, 자원이 고갈될 염려가 없고 발전 과정에서 대기 오염 물질이 거의 발생하지 않는다.

③ 조력 발전과 파력 발전은 모두 발전기를 이용하므로, 전자기 유도 현상에 의해 전기 에너지를 생산한다.

④ 조력 발전소는 조수 간만의 차가 큰 지역에 설치할 수 있고, 파력 발전소는 송전 거리가 짧고 수심이 깊지 않으면서 파도가 풍부한 연안 지역에 설치할 수 있다. 따라서 모두 발전소를 건설할 수 있는 장소 선정에 제한이 있다.

**바로알기** ② 조력 발전은 대규모 발전이 가능하여 많은 양의 전기를 생산할 수 있지만, 파력 발전은 소규모 발전이 가능하므로 많은 양의 전기를 생산하기 어렵다.

15 **공공 문제 분석**



A: 발전기 없이 에너지원을 직접 전기 에너지로 전환하는 방식은 연료 전지 발전이다.

B: 에너지원의 열에너지로 물을 끓여 증기를 만든 후, 증기를 이용해 발전기에 연결된 터빈을 돌려 전기 에너지를 생산하는 방식은 지열 발전이다.

C: 물을 끓이는 과정 없이 에너지원의 역학적 에너지를 이용해 발전기에 연결된 터빈을 돌려 전기 에너지를 생산하는 방식은 조력 발전이다.

16 ① 친환경 에너지 도시는 빗물을 저장하여 옥상 정원 관리에 활용하고, 오수를 정화하여 화장실에 활용한다.

② 친환경 에너지 도시는 석유, 석탄 등의 화석 연료를 사용하지 않고 신재생 에너지를 활용하여 환경 문제와 에너지 문제를 함께 해결할 수 있는 도시이다.

④, ⑤ 주택 지붕 위에 태양광 패널을 설치하고 환풍구를 특수 제작하는 등 태양과 바람의 에너지를 이용하는 고효율의 친환경 건축물을 지어 사용한다.

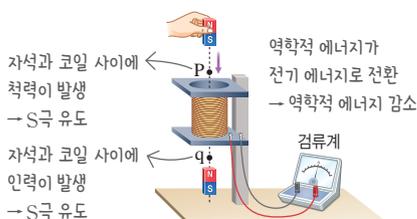
**바로알기** ③ 친환경 에너지 도시는 화석 연료를 사용하지 않도록 개발되었으므로, 열병합 발전소에서는 산업 폐기물로 나온 목재 등을 소각하여 에너지를 생산한다.

**중단원 고난도 문제**

376 쪽

- 01 ①    02 ④    03 ④    04 ②

01 **공공 문제 분석**



**선택지 분석**

- ㉠ 자석이 p를 지날 때와 q를 지날 때, 자석에 작용하는 자기력의 방향은 같다.
- ㉡ 자석이 p를 지날 때와 q를 지날 때, 검류계에 흐르는 유도 전류의 방향은 같다. **반대이다**
- ㉢ 자석이 p에서 q까지 낙하하는 동안 자석의 역학적 에너지는 **보존된다**. **감소한다**

**전략적 풀이** ① 코일 주변에서 자석이 움직일 때 자석과 코일 사이에 작용하는 힘을 파악한다.

㉠. 자석이 p를 지날 때는 코일과 자석 사이에 척력이 작용하므로 자석에 작용하는 자기력의 방향이 위쪽이고, 자석이 q를 지날 때는 코일과 자석 사이에 인력이 작용하므로 자석에 작용하는 자기력의 방향이 위쪽이다. 따라서 자석이 p를 지날 때와 q를 지날 때 코일에 의해 자석에 작용하는 자기력의 방향은 같다.

② 자석과 코일 사이에 작용하는 힘의 방향에 따라 코일에 흐르는 유도 전류의 방향을 파악한다.

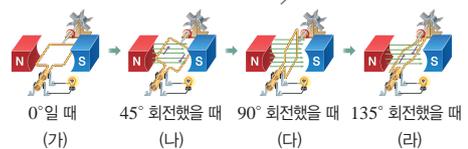
ㄴ. 자석이 p를 지날 때는 코일의 위쪽이 S극이 되도록 유도 전류가 흐른다. 또 자석이 q를 지날 때는 코일의 아래쪽이 S극이 되도록 유도 전류가 흐른다. 따라서 자석이 p를 지날 때와 q를 지날 때 검류계에 흐르는 유도 전류의 방향은 반대이다.

③ 에너지 보존 법칙에 따라 자석의 역학적 에너지의 변화를 파악한다.

ㄷ. 자석이 낙하하는 동안 유도 전류가 흐르므로 자석의 역학적 에너지의 일부가 전기 에너지로 전환된다. 따라서 자석이 p에서 q까지 낙하하는 동안 자석의 역학적 에너지는 감소한다.

02 **공공 문제 분석**

자기장이 수직으로 통과하는 코일 면의 면적 증가  
= 코일을 통과하는 자기장의 세기가 증가 → 유도 전류가 흐른다.



자기장이 수직으로 통과하는 코일 면의 면적 감소  
= 코일을 통과하는 자기장의 세기가 감소  
→ 반대 방향으로 유도 전류가 흐른다.

**선택지 분석**

- ㉡ (가)에서 (다)까지 코일 면이 회전할 때, 자기장이 코일 면을 수직으로 통과하는 면적은 **감소한다**. **증가한다**
- ㉠ 전자기 유도 현상에 의해 코일에 전류가 흐른다.
- ㉢ (나)와 (라)에서 코일에 흐르는 전류의 방향은 반대이다.

**전략적 풀이 ①** 코일이 회전하는 동안 자기장이 코일을 수직으로 통과하는 면적의 변화를 파악한다.

ㄱ. 0°일 때 자기장이 코일 면을 수직으로 통과하는 면적은 0이고 90°일 때 자기장이 코일 면을 수직으로 통과하는 면적은 최대이다. 따라서 코일 면이 (가)에서 (다)까지 회전할 때, 자기장이 코일 면을 수직으로 통과하는 면적은 증가한다.

② 자기장이 코일을 수직으로 통과하는 면적과 자기장의 세기를 연관지어 생각한다.

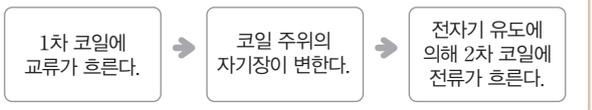
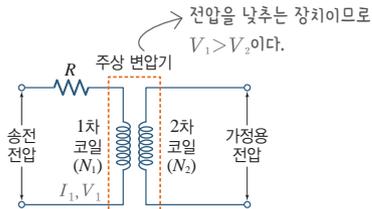
ㄴ. 코일이 회전할 때 자기장이 코일 면을 수직으로 통과하는 면적이 변하므로 코일을 통과하는 자기장의 세기도 변한다. 따라서 전자기 유도 현상에 의해 코일에 유도 전류가 흐른다.

③ 코일을 통과하는 자기장의 세기가 증가하거나 감소함에 따라 유도 전류의 방향을 판단한다.

ㄷ. 코일 면을 수직으로 통과하는 자기장의 세기가 (나)에서는 증가하고 (라)에서는 감소하므로, (나)와 (라)에서 코일에 흐르는 유도 전류의 방향은 반대이다.

### 03 꼼꼼 문제 분석

변압기에서  $\frac{N_1}{N_2} = \frac{V_1}{V_2} = \frac{I_2}{I_1}$ 이므로, 전압은 코일의 감은 수에 비례하고, 전류는 코일의 감은 수에 반비례한다.



#### 선택지 분석

- ㄱ.  $N_1 > N_2$ 이다.
- ✗. 1차 코일과 2차 코일에 흐르는 전류의 세기는 같다.  
1차 코일에 흐르는 전류의 세기가 2차 코일보다 작다
- ㄷ. 가정에서 사용하는 전력이 증가하면 송전선에서 손실되는 전력이 증가한다.

**전략적 풀이 ①** 변압기에서 1, 2차 코일의 감은 수, 전압, 전류의 관계를 파악한다.

ㄱ. 변압기의 1, 2차 코일의 감은 수의 비는 전압의 비와 같다. 1차 코일의 전압을  $V_1$ , 2차 코일의 전압을  $V_2$ 라고 하면, 주상 변압기는 전압을 낮추는 장치이므로  $V_1 > V_2$ 이다. 따라서 코일의 감은 수를 비교하면  $N_1 > N_2$ 이다.

ㄴ. 변압기에서 에너지 손실이 없으므로 1차 코일과 2차 코일의 전력은 같다. 1차 코일에 흐르는 전류의 세기를  $I_1$ , 2차 코일에 흐르는 전류의 세기를  $I_2$ 라고 하면,  $V_1 I_1 = V_2 I_2$ 에서  $V_1 > V_2$ 이므로  $I_1 < I_2$ 이다. 따라서 1차 코일에 흐르는 전류의 세기가 2차 코일보다 작다.

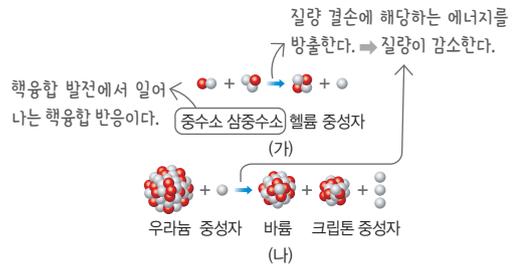
② 가정에서 사용하는 전력과 송전선에 흐르는 전류의 관계를 파악한다.

가정에서 사용하는 전력과 1차 코일에 입력되는 전력이 같으므로 ( $V_2 I_2 = V_1 I_1$ ), 가정에서 사용하는 전력이 증가하면 송전선에 흐르는 전류  $I_1$ 도 증가한다.

③ 송전선에 흐르는 전류와 손실 전력의 관계를 파악한다.

ㄷ. 송전선의 저항( $R$ )에 의한 손실 전력  $P_{\text{손실}} = I_1^2 R$ 이다. 가정에서 사용하는 전력이 증가하면 송전선에 흐르는 전류도 증가하므로 송전선에서 손실되는 전력  $P_{\text{손실}} = I_1^2 R$ 도 증가한다.

### 04 꼼꼼 문제 분석



#### 선택지 분석

- ✗. (가)는 태양에서 일어나는 핵융합 반응이다. 핵융합 발전에서
- ㄴ. (나)에서 연쇄 반응이 계속 일어나도록 하기 위해서는 감속재를 사용해야 한다.
- ✗. (가)와 (나)에서 핵반응이 일어나기 전과 후의 질량의 합은 같다. 핵반응 후 질량이 감소한다

**전략적 풀이 ①** 태양에서 일어나는 핵융합 반응과 핵융합 발전에서 일어나는 핵융합 반응의 차이를 파악한다.

ㄱ. 태양에서 일어나는 핵융합 반응은 수소 원자핵 4개가 융합하여 헬륨 원자핵으로 변하는 반응이다. (가)는 중수소 원자핵과 3중 수소 원자핵이 융합하여 헬륨 원자핵으로 변하는 핵융합 발전에서 일어나는 핵융합 반응이다.

② 연쇄 반응이 일어나도록 하기 위한 조건을 파악한다.

ㄴ. (나)의 핵분열 반응에서 방출되는 중성자가 다른 우라늄 원자핵에 연쇄적으로 충돌하기 위해서는 중성자의 속력을 느리게 하는 감속재를 사용해야 한다.

③ 핵반응에서 질량과 에너지의 관계를 파악한다.

ㄷ. (가)와 (나)의 핵반응에서 방출되는 에너지는 모두 질량 결손에 의한 것으로, 핵반응 후의 질량의 합은 핵반응 전보다 감소한다.