

자습서
정답친해

고등
통합과학



I 물질과 규칙성

1 물질의 규칙성과 결합

보충 확인 문제

본문 10, 12, 15, 17, 19쪽

- 1 빅뱅 우주론 2 ㉠ 3000 ㉡ 우주 배경 복사 3 (1) × (2) ○ (3) ○ 4 (1) × (2) ○ (3) ○ 5 (나) - (가) - (다) 6 (1) ○ (2) × (3) ○ 7 (1) 탄소 : 4, 2, 질소 : 5, 2 (2) 탄소 : 14족, 2주기, 질소 : 15족, 2주기 8 (1) × (2) ○ (3) ○ 9 (1) 공유 결합, AB₂ (2) 이온 결합, CB 10 (1) × (2) × 11 염화 나트륨(NaCl), 염화 칼슘(CaCl₂)

- 1 빅뱅 우주론은 가모프가 주장한 이론으로, 약 138억 년 전 초고온, 초고밀도의 한 점에서 빅뱅(대폭발)이 일어나면서 우주가 탄생하였고 지금까지 계속 팽창하고 있다고 설명하는 우주론이다.
- 2 전자와 충돌하여 빛이 직진하지 못하였다가 우주의 온도가 낮아지면서 우주의 온도가 약 3000 K일 때 전자가 원자핵과 결합하여 원자를 형성하면서 물질에서 빠져나온 빛이 직진할 수 있게 되었고, 이때 전 우주로 퍼져 나갔다. 이 빛을 우주 배경 복사라고 하며, 파장이 길어져 현재에는 약 3 K 마이크로파로 관측되고 있다.
- 3 (1) 수소와 헬륨의 질량비는 빅뱅 우주론에서 예측한 값과 별빛의 스펙트럼으로 관측된 값이 3 : 1로 일치한다. 따라서 빅뱅 우주론을 지지하는 강력한 증거가 된다.
(2), (3) 수소와 헬륨은 다른 원소이므로 선 스펙트럼이 다르게 나타나 구별할 수 있다. 따라서 별빛의 스펙트럼을 원소의 스펙트럼과 비교하여 분석하면 우주를 이루는 원소의 종류와 양을 알 수 있다.
- 4 (1) 원시별은 중력의 작용으로 수축하면서 온도와 압력이 높아지고, 1000만 K 이상이 되면 수소 핵융합 반응이 시작되면서 주계열성이 된다.
- 5 태양계는 초신성 폭발로 만들어진 (나) 태양계 성운에서 수축과 회전이 일어나 원시 태양과 (가) 원시 원반이 형성되고, 이후 (다) 원시 원반에서 만들어진 미행성체들이 충돌하며 원시 지구와 원시 행성이 형성되었다.
- 6 (1) 알칼리 금속이 물과 반응한 수용액에는 OH⁻이 있어 염기성을 띠므로 페놀프탈레인 용액을 붉게 변화시킨다.
(2) 할로젠 중 브로민은 실온에서 액체, 아이오딘은 고체 상태이다.

- 7 (1) 원자가 전자는 가장 바깥 전자 껍질에 들어 있는 전자이다.
(2) 원자가 전자 수는 족의 일의 자리와 같으며, 전자가 들어 있는 전자 껍질 수는 주기와 같다.
- 8 (1) 이온 결합은 양이온과 음이온 사이의 정전기적 인력에 의한 결합이다.
(2) 공유 결합은 비금속 원소 사이에서 전자쌍을 공유하여 형성되는 결합이다.
(3) 18족 원소 이외의 원소들은 화학 결합을 형성하여 비활성 기체의 안정한 전자 배치를 이룬다.
- 9 A는 산소(O), B는 플루오린(F)으로 비금속 원소이고, C는 나트륨(Na)으로 금속 원소이다.
(1) 비금속 원소인 A와 B는 공유 결합을 형성한다. 이때 A는 2개의 B와 각각 전자쌍을 공유하여 화합물 AB₂를 생성한다.
(2) 비금속 원소인 B와 금속 원소인 C는 이온 결합을 형성한다. 이때 B는 1가 음이온, C는 1가 양이온을 형성하므로 1 : 1의 개수비로 결합하여 화합물 CB를 생성한다.
- 10 (1) 소금은 이온 결합 물질이고, 설탕은 공유 결합 물질이므로 수용액에서의 전기 전도성을 비교하여 구별할 수 있다.
(2) 공유 결합 물질인 설탕은 고체와 액체 상태에서 모두 전기 전도성이 없다.
- 11 수용액에서 전기 전도성을 가지는 물질은 이온 결합 물질이다. 산소와 포도당은 비금속 원소로만 이루어진 공유 결합 물질이고, 염화 나트륨, 염화 칼슘은 금속 원소와 비금속 원소로 이루어진 이온 결합 물질이다.

교과서에
없는

중단원 마무리 문제

본문 20~24쪽

- 1 ⑤ 2 (가) - (라) - (다) - (나) 3 ⑤ 4 ④ 5 ㄱ, ㄷ
6 ④ 7 ② 8 ③ 9 ③ 10 ⑤ 11 ③ 12 ②
13 ④ 14 ③ 15 ④ 16 ④ 17 해설 참조 18 ①
19 ⑤ 20 ③ 21 ③ 22 ② 23 ③ 24 ⑤ 25 ③

- 1 빅뱅(대폭발) 이후 최초의 3분 동안 원자핵까지 형성되었고, 약 38만 년 후 수소와 헬륨과 소량의 리튬이 형성되었다. 다른 원소들은 이후 별의 진화 과정과 초신성 폭발 과정에서 형성되었다.
- 2 약 138억 년 전 빅뱅이 일어나 우주는 팽창하기 시작하였다(가). 이후 기본 입자인 쿼크와 전자가 형성되었고(라), 쿼크가 결합하여 양성자와 중성자가 형성되었다(다). 빅뱅 이후 약 38만 년에 전자와 원자핵이 결합하여 원자가 형성되었다(나).

- 3 가. 쿼크는 기본 입자로, 양성자와 중성자가 형성된 A 시기 이전에 먼저 형성되었다.
 나. 원자핵과 전자들이 결합하여 중성인 원자가 만들어지면서 빛은 상호 작용 할 입자 수가 줄어들어 자유롭게 진행할 수 있었다. 이때 우주 전체로 퍼진 빛이 우주 배경 복사가 되었고, 우주는 투명해졌다.
 다. 빅뱅 이후 우주가 팽창함에 따라 우주의 온도는 점점 낮아지고, 밀도는 작아졌다. 따라서 A 시기에서 C 시기로 갈수록 우주의 온도는 낮아졌다.
- 4 우주 배경 복사는 전자와 원자핵이 결합하여 원자를 형성하였을 때, 즉 전자와 양성자가 결합하여 수소 원자를 형성하였을 때 빛이 직진할 수 있게 되면서 생성되었다. 이후 파장이 길어져 현재는 약 3 K 마이크로파로 관측된다.
- 5 가, 다. 빅뱅 우주론에서는 우주 배경 복사, 수소와 헬륨의 질량비(약 3 : 1)를 예측하였다. 이후 인공위성으로 우주 배경 복사(약 3 K 마이크로파)가 관측되었고, 우주에 존재하는 수소와 헬륨의 질량비가 약 3 : 1임이 분석 결과로 드러나 빅뱅 우주론의 강력한 증거가 되었다.
 나. 외부 은하 스펙트럼의 적색 편이는 우주 팽창으로 나타나는 현상으로, 정상 우주론에서도 설명이 가능하므로 빅뱅 우주론의 증거가 될 수 없다.
- 6 가. (가), (나), (다) 모두 불연속적인 선들이 나타나므로 선 스펙트럼에 해당한다.
 나, 다. 선 스펙트럼에 나타나는 불연속선의 파장은 원소의 종류마다 다르기 때문에 선 스펙트럼을 분석하면 원소의 종류를 알 수 있다.
- 7 ② 가스 구름이 중력의 작용으로 수축하여 성운이 형성되고, 성운 내부 중 밀도가 큰 부분에서 원시별이 형성된다. 이때 하나의 성운에서 여러 개의 원시별이 만들어진다.
- 8 가. (가)는 수소 핵융합 반응이 일어나는 주계열성이다.
 나. (나)는 헬륨핵이 형성된 것으로 보아 수소 핵융합 반응이 멈춘 후 헬륨 핵융합 반응이 일어날 것이다.
 다. (다)는 질량이 태양 정도인 별의 내부 구조이다.
- 9 가. (가)는 우주, (나)는 지구, (다)는 사람의 원소 구성비이고, A는 수소, B는 철, C는 산소이다.
 다. 초신성 폭발이 일어날 때 생성되는 것은 철보다 무거운 금이나 납 등이다.
- 10 가. 태양계 성운에서 빠른 회전 때문에 성운의 적도면을 따라 퍼져 나간 물질이 원반 모양의 성운을 형성하였다.
 나. 성운의 중심부는 중력 수축으로 온도가 점차 상승하여 원시 태양이 형성되었다.

다. 원시 행성은 원반 내에서 형성된 미행성들이 충돌하여 합쳐지는 과정에서 형성되었으므로 성운의 회전축에 대해 수직인 평면상에 배열되었다.

- 11 가. (가)에서 밀도가 큰 물질이 가라앉아 핵을 형성하였으므로 핵이 형성된 (나)에서 중심부의 밀도가 크다.
 나, 다. (가)에서 (다)로 갈수록 지구 표면의 온도는 낮아져 지구 표면에 지각이 형성되었고, 이후 대기 중의 수증기가 냉각되어 내린 빔물이 모여 바다를 이루었다.
- 12 ① 원소를 원자 번호 순으로 나열할 때 규칙적인 성질이 나타난다.
 ②, ③ 같은 족 원소는 원자가 전자 수가 같아 화학적 성질이 비슷하게 나타난다.
 ④ 같은 주기 원소는 전자가 들어 있는 전자 껍질 수가 같다.
 ⑤ 현대의 주기율표는 모즐리에 의해 제안되었다.
- 13 가. 금속 원소는 E, G 2가지이다. A는 수소로 1족에 위치하나 비금속 원소이다.
 나. 같은 주기 원소인 B, C, D는 전자가 들어 있는 전자 껍질 수가 같다.
 다. D와 F는 같은 족 원소로 원자가 전자 수가 같다.
- 14 가. 할로젠은 원자 번호가 작을수록 반응성이 크므로 수소인 A₂와의 반응성은 D₂가 F₂보다 크다.
 나. 알칼리 금속인 E가 물과 반응하면 수소 기체가 발생한다.
 다. 알칼리 금속인 E(Na)와 비금속인 할로젠 F(Cl)으로 이루어진 물질은 이온 결합 물질(NaCl)이다.
- 15 가. 알칼리 금속은 원자 번호가 클수록 반응성이 크다. 따라서 산소, 물과의 반응성이 가장 큰 A는 K이다.
 나. (가)~(다)는 모두 염기성이다.
 다. 알칼리 금속이 물과 반응할 때 발생하는 기체는 수소이다. 수소는 가연성이 있어 불꽃을 대면 '핑' 소리를 내며 탄다.
- 16 가. A는 3주기 1족 원소, B는 2주기 17족 원소이다.
 나, 다. AB가 형성될 때 전자는 A에서 B로 이동하며, AB는 A⁺과 B⁻이 정전기적 인력으로 결합한 이온 결합 물질이다.

- 17 원소의 화학적 성질은 원자가 전자 수에 의해 결정된다.

모범 답안 원자의 전자 배치에서 원소의 화학적 성질을 결정하는 원자가 전자 수가 7로 같기 때문이다.

채점 기준	배점
원소의 화학적 성질을 결정하는 원자가 전자 수가 같기 때문이라고 설명한 경우	100%
원자가 전자 수가 같다고만 쓴 경우	50%

- 18 '예'에 해당하는 원소는 금속 원소, '아니요'에 해당하는 원소는 비금속 원소이다.
 ㄱ. 금속 원소는 열을 잘 전달하고 전기가 잘 통한다. 비금속 원소는 열을 잘 전달하지 않고 전기가 잘 통하지 않는다.
 ㄴ. 비금속 원소는 실온에서 대부분 고체, 기체 상태로 존재하고(단, 브로민은 액체), 금속 원소는 실온에서 고체 상태로 존재한다(단, 수은은 액체). 마그네슘, 알루미늄, 나트륨, 아이오딘, 황은 실온에서 고체 상태로 존재한다.
 ㄷ. 금속 원소는 주기율표의 왼쪽과 중앙에, 비금속 원소는 오른쪽에 위치한다.
- 19 ① A는 원자가 전자 수가 6, B는 원자가 전자 수가 7로 비금속 원소이고, C는 원자가 전자 수가 1, D는 원자가 전자 수가 2이므로 금속 원소이다.
 ② 2개의 A는 전자쌍 2개를 공유하여 이원자 분자 A₂를 생성하고, 2개의 B는 전자쌍 1개를 공유하여 이원자 분자 B₂를 생성한다.
 ③ B는 1가의 음이온을, C는 1가의 양이온을 형성하므로 1 : 1의 개수비로 결합하여 이온 결합 물질 CB를 생성한다.
 ④ A와 D가 결합할 때는 금속 원소인 D에서 비금속 원소인 A로 전자가 이동한다.
 ⑤ B는 비금속 원소이고, D는 금속 원소이므로 B와 D가 결합하면 이온 결합 물질을 이룬다.
- 20 ㄱ. AB(MgO)는 이온 결합 물질, C₂(F₂)는 공유 결합 물질로 실온에서 고체 상태로 존재하는 AB가 실온에서 기체 상태로 존재하는 C₂보다 녹는점이 높다.
 ㄴ. A는 전자 2개를 잃어 Ne과 같은 전자 배치를 이루므로 3주기 2족 원소인 Mg, B는 전자 2개를 얻어 Ne과 같은 전자 배치를 이루므로 2주기 16족 원소인 O이다. 따라서 원자가 전자 수는 B가 A의 3배이다.
 ㄷ. A는 2가의 양이온, C는 1가의 음이온을 형성하므로 1 : 2의 개수비로 결합하여 AC₂를 형성한다.
- 21 ㄱ. 질소와 수소, 탄소와 수소는 모두 비금속 원소이므로 전자쌍을 공유하여 결합을 형성한다.
 ㄴ. 질소와 탄소 원자는 결합을 형성하여 모두 네온의 전자 배치를 갖는다.
 ㄷ. (가)와 (나)에서 공유한 전자쌍의 수는 각각 3, 4이다.
- 22 ㄱ. 이온 결합 물질이 액체 상태가 되어도 분자로 되지는 않는다.
 ㄴ. 이온 결합 물질은 액체 상태와 수용액에서 모두 전기 전도성이 있다.
 ㄷ. 염화 나트륨이 액체 상태가 되어도 정전기적 인력이 작용한다.

- 23 (가)는 공유 결합 물질이고, (나)는 이온 결합 물질이므로 분자로 존재하는 것은 (가)이다.
- 24 A는 공유 결합 물질인 설탕이고, B는 이온 결합 물질인 소금에 해당한다.
 ㄱ. A는 설탕이므로 수용액에는 전하를 띤 입자가 존재하지 않는다.
 ㄴ. B는 소금으로 이온으로 이루어지며, 고체 상태에서는 이온이 강하게 결합하여 움직일 수 없으므로 전기가 통하지 않으나 물에 녹으면 이온의 이동이 자유로워지므로 전기가 통한다.
 ㄷ. 소금의 양이 많아질수록 이온화되어 생성된 이온 수가 증가하므로 전류의 세기가 증가한다.
- 25 ㄱ, ㄴ. 수용액에서 전기 전도성이 없는 X는 공유 결합 물질, 수용액에서 전기 전도성이 있는 Y는 이온 결합 물질이다. 설탕은 공유 결합 물질이고, 탄산수소 나트륨은 이온 결합 물질이다.
 ㄷ. Y는 이온 결합 물질로 고체 상태에서는 이온이 강하게 결합하여 이동할 수 없으므로 전기가 통하지 않는다.

2 자연의 구성 물질

보충 확인 문제

본문 28, 31, 34쪽

- 1 산소 2 (1) 감람석 (2) 복사슬 구조 (3) (가) (4) (마) (5) 적다
 3 (1) ○ (2) × (3) × 4 단백질, 탄수화물, 지질 5 (1) × (2) × (3) ○ 6 (1) 펩타이드 결합 (2) 뉴클레오타이드 (3) ① 디옥시리보스, ② 리보스 7 절연체 > 반도체 > 도체 8 (1) ㄴ (2) ㄱ (3) ㄷ 9 (1) ○ (2) × (3) ×

- 1 지각을 이루는 원소 중 많은 비율을 차지하는 원소는 산소와 규소이고, 생명체를 이루는 원소 중 많은 비율을 차지하는 원소는 탄소와 산소이다. 따라서 지각과 생명체를 구성하는 원소 중 공통으로 많은 비율을 차지하는 원소는 산소(O)이다.
- 2 (1), (2) (가)는 독립형 구조로 감람석의 결합 구조이고, (나)는 단사슬 구조로 휘석의 결합 구조이다. (다)는 복사슬 구조로 각섬석의 결합 구조이고, (라)는 판상 구조로 흑운모의 결합 구조이다. (마)는 망상 구조로 석영이나 장석의 결합 구조이다.
 (3) 깨짐이 나타나는 것은 (가) 독립형 구조나 (마) 망상 구조이다.
 (4) 풍화는 규산염 사면체의 결합 구조가 복잡할수록 강하므로 (마)가 풍화에 대한 안정도가 가장 크다.
 (5) (가)에서 (마)로 갈수록 공유 산소의 수가 많다.

- 3 (1) 탄소가 다른 원소와 공유 결합 하여 이루어진 고분자 물질을 탄소 화합물이라고 한다.
(2) 탄소 화합물은 단일 결합하여 사슬 모양, 가지 모양, 고리 모양을 만든다.
(3) 탄소 화합물은 단일 결합뿐만 아니라 2중 결합이나 3중 결합을 만들기도 한다.
- 4 탄소를 포함하는 탄소 화합물에는 단백질, 탄수화물, 지질, 핵산 등이 있다.
- 5 (1) 생명체에서 단백질을 구성하는 아미노산은 약 20종류이다.
(2) RNA를 구성하는 염기는 아데닌(A), 구아닌(G), 사이토신(C), 유라실(U)이다.
(3) DNA 이중 나선에서 아데닌(A)과 타이민(T), 구아닌(G)과 사이토신(C)이 상보적으로 결합한다.
- 6 (1) 두 아미노산 사이에서 물 한 분자가 빠져나오면서 형성되는 결합을 펩타이드 결합이라고 한다.
- 7 전기 저항이 큰 물질일수록 전류가 잘 흐르지 않는다. 도체는 전기 저항이 작아 전류가 잘 흐르고, 절연체는 전기 저항이 매우 커서 전류가 거의 흐르지 않는다. 반도체는 전기 저항이 도체보다는 크고 절연체보다는 작다.
- 8 (1) 액정은 고체와 액체의 중간적인 성질을 가지고 있다.
(2) 그래핀은 투명하면서도 전기가 통하는 성질이 있고, 또한 휘어지는 성질이 있어 OLED와 같은 휘어지는 디스플레이의 투명 전극으로 활용된다.
(3) 탄소 나노 튜브는 가벼우면서도 강도가 매우 높아 첨단 현미경의 탐침으로 사용된다.
- 9 (1) 초전도 상태에서는 저항이 없으므로 초전도체에 전류가 흘러도 열이 발생하지 않는다.
(2) 초전도체의 온도가 임계 온도보다 낮아야 초전도 상태가 된다.
(3) 초전도체를 자석에 가까이 가져가면 자석을 밀어낸다.

교과서엔
없는

중단원 마무리 문제

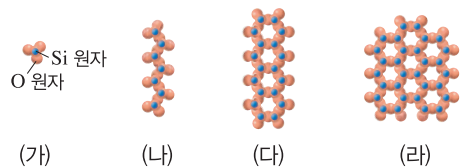
본문 35~37쪽

- 1 ② 2 가, 나 3 ⑤ 4 탄소 화합물 5 ① 6 ② 7 ③
8 단백질, 지질, 핵산 9 ⑤ 10 ① 11 해설 참조 12
③ 13 ④ 14 ④ 15 ① 16 ③ 17 ③ 18 ②
19 ②

1 지각을 구성하는 원소 중 산소와 규소가 전체 질량의 약 75%를 차지하고 있다. 이 때문에 규소와 산소를 주성분으로 하는 규산염 광물이 지각을 구성하는 광물의 대부분을 차지하고 있다.

- 2 가. 규산염 광물은 규소 1개와 산소 4개가 결합된 규산염 사면체 구조를 기본 단위로 하는 광물이다.
나. 규산염 사면체의 결합 구조가 복잡할수록 결합을 끊는 데 화학적 에너지가 많이 필요하므로 화학적 풍화에 강하다.
다. 규산염 광물은 독립형 구조 → 단사슬 구조 → 복사슬 구조 → 판상 구조 → 망상 구조로 갈수록 규산염 사면체의 결합 구조가 복잡해지며, 인접하는 규산염 사면체 사이에 공유하는 산소의 수가 증가한다.

3



- 가. (가)는 감람석, (나)는 휘석, (다)는 각섬석, (라)는 흑운모에 해당하는 결합 구조이다.
나. (나)는 단사슬 구조로 2방향의 쪼개짐이 나타난다. (가) 독립형 구조는 깨짐, (다) 복사슬 구조는 2방향의 쪼개짐, (라) 판상 구조는 1방향의 쪼개짐이 나타난다.
다. 결합 구조가 복잡한 광물일수록 인접하는 규산염 사면체 사이에 공유 산소의 수가 많다. 따라서 (라) 흑운모가 공유 산소의 수가 가장 많다.

4 탄소(C)가 수소(H), 산소(O), 질소(N) 등과 공유 결합 하여 이루어진 고분자 물질을 탄소 화합물 또는 유기 화합물(유기물)이라고 한다.

- 5 (가)는 단사슬 구조를 이루는 휘석이고, (나)는 복사슬 구조를 이루는 각섬석이다.
가. (가) 휘석과 (나) 각섬석 모두 규산염 사면체를 기본 구조로 형성된 규산염 광물이다.
나. (가) 휘석은 단사슬 구조로 인접하는 규산염 사면체 간 공유 산소의 수가 2개이므로 규소와 산소의 결합비는 1 : 3이 된다.
다. 규산염 사면체의 결합 구조가 복잡할수록, 즉 규산염 사면체 간 공유하는 산소의 수가 많을수록 결합을 끊는데 화학적 에너지가 많이 필요하므로 화학적 풍화에 강하다. 따라서 (가)는 (나)보다 화학적 풍화에 약하다.

6 생명체를 이루는 유기물의 중심 원소이고, 원자가 전자가 4개로 최대 4개의 원자와 공유 결합이 가능한 원소는 14족 원소에 해당하는 탄소이다. 탄소는 거의 모든 원소와 결

합하여 다양한 종류의 탄소 화합물(단백질, 탄수화물, 지질, 핵산 등)을 만들 수 있고, 탄소끼리도 공유 결합을 통해 거의 무한대로 연결되어 생명체를 이루는 복잡한 탄소 화합물을 만든다.

7 ㄱ. 탄소 화합물은 탄소(C)를 중심 원소로 하여 주로 수소(H), 산소(O), 질소(N) 등의 원소가 결합하여 이루어진 화합물이다.

ㄴ. 탄소 원자끼리 공유 결합을 하여 단일 결합으로 사슬 모양, 가지 모양, 고리 모양 등 다양한 구조로 탄소 골격을 형성할 수 있다.

ㄷ. 탄소 원자 간의 공유 결합은 단일 결합뿐만 아니라 2중 결합, 3중 결합이 가능하다.

8 지구상 대부분의 생명체는 물과 소량의 무기물을 제외하면 탄수화물, 지질, 단백질, 핵산 등과 같은 유기물로 구성되어 있다. 인체를 구성하는 성분에도 유기물인 단백질, 지질, 핵산이 포함되어 있다. 이러한 유기물은 모두 탄소를 기본 골격으로 하는 탄소 화합물이다.

9 ㄱ. 인체를 구성하는 비율이 가장 큰 A는 물이다. 물은 비열과 기화열이 커서 체온을 일정하게 유지하는 데 도움을 준다.

ㄴ. 뉴클레오타이드로 구성된 B는 핵산으로, 유전 정보를 저장하거나 전달하며, 단백질 합성 과정에 관여한다.

ㄷ. 물 다음으로 많은 양을 차지하는 C는 단백질로, 효소와 항체의 주성분이다.

10 ① 두 아미노산 사이에 펩타이드 결합이 형성될 때에는 물이 한 분자 빠져나온다.

② 수많은 아미노산이 펩타이드 결합으로 연결되어 폴리펩타이드가 형성된다.

③ 폴리펩타이드는 아미노산 배열 순서에 따라 구부러지고 접혀 독특한 입체 구조의 단백질을 형성한다.

④ 20종류의 아미노산이 다양한 순서로 결합하여 다양한 입체 구조의 단백질을 형성하고, 단백질은 입체 구조에 따라 다양한 기능을 수행한다.

⑤ 헤모글로빈은 4개의 단백질로 구성된다.

11 단백질은 아미노산이, 핵산은 뉴클레오타이드가 반복적으로 결합하여 형성된다.

모범 답안 적은 종류의 단위체가 다양한 조합으로 결합하여 다양한 종류의 물질이 형성되어 특정한 기능을 수행한다.

채점 기준	배점
단위체의 조합과 다양한 종류의 형성을 언급하여 옳게 설명한 경우	100 %
단위체의 조합과 다양한 종류의 형성 중 하나만을 언급하여 옳게 설명한 경우	50 %

12 단일 가닥 구조인 (가)는 RNA이고, 이중 나선 구조인 (나)는 DNA이다.

ㄱ. RNA에 포함된 당은 리보스이고, DNA에 포함된 당은 디옥시리보스이다.

ㄷ. DNA와 RNA의 단위체는 각각 4종류로, (가)와 (나)를 구성하는 단위체는 모두 8종류이다.

13 펩타이드 결합을 포함하고 있는 B는 단백질이므로 A는 지질이다.

ㄱ. 단백질은 아미노산이, DNA는 뉴클레오타이드가 반복적으로 결합하여 형성되므로 '단위체의 반복적인 결합으로 형성되는가?'는 (가)로 적절하다.

ㄴ. 지질 중 중성 지방은 에너지원으로 사용된다.

ㄷ. 당, 인산, 염기가 1 : 1 : 1로 결합하고 있는 것은 핵산(DNA)의 단위체인 뉴클레오타이드이다.

14 ㄱ. 임계 온도 이하에서 전기 저항이 0이 되는 것은 초전도체이다.

ㄴ. 반도체로 만든 트랜지스터는 디지털 회로 제작에 사용된다.

ㄷ. 반도체는 온도와 압력 등 조건에 따라 전기 저항이 변하는 성질이 있어 다양한 용도로 사용된다.

15 ① 액정은 전압을 가하여 액정 분자의 배열을 조절하면 빛을 투과시키거나 차단할 수 있으므로 영상 정보를 표현할 수 있다.

16 ③ 임계 온도(T_c)보다 낮은 온도에서 전기 저항이 0이 되므로 초전도체이다. 초전도체는 초전도 상태에서 전기 저항이 없으므로 전류가 흘러도 열이 발생하지 않는다. 따라서 매우 강한 전자석을 만들 수 있다.

17 ③ 가장 먼저 개발된 LED는 적외선 LED이며, 빛의 3원색 중에서 파란색 LED가 가장 늦게 개발되었다.

18 ㄱ. 초전도체가 자석 위에 떠 있으므로 초전도체는 초전도 상태에 있다. 따라서 온도가 임계 온도보다 낮은 상태이다.

ㄴ. 자석과 초전도체 사이에는 자기력이 작용한다.

ㄷ. 초전도 상태에서는 저항이 없으므로 전류가 흘러도 열이 발생하지 않는다.

19 ㄱ. 전류가 흘러도 열이 발생하지 않는 것은 초전도체의 성질이다.

ㄴ. 탄소 나노 튜브는 구리보다 열을 잘 전달하며, 전기가 잘 통하는 성질이 있다.

ㄷ. 탄소 원자가 육각형 벌집 모양의 구조로 결합되어 있는 것은 그래핀이고, 그래핀이 나선형 튜브 모양으로 말려 있는 구조로 결합되어 있는 것은 탄소 나노 튜브이다.

II 시스템과 상호 작용

1 역학적 시스템

보충 확인 문제

본문 42, 45쪽

- 1 (1) × (2) ○ 2 ㉠ 등가속도, ㉡ 등속도, ㉢ 관계없다
3 (1) × (2) ○ (3) ○ 4 승용차와 트럭이 받는 충격량의 크기는 같다. 5 (1) $A=B$ (2) $A>B$ (3) $A=B$

- (1) 중력은 두 물체가 서로 접촉해 있거나 떨어져 있어도 작용하며, 지구가 달을 당기는 중력과 달이 지구를 당기는 중력은 크기가 서로 같고 방향이 반대이다. 따라서 F_1 의 크기는 F_2 의 크기와 같다.
(2) 중력의 크기는 두 물체의 질량이 클수록, 두 물체 사이의 거리가 가까울수록 크다. 따라서 지구와 달 사이의 거리가 멀어지면 F_1 의 크기는 작아진다.
- 공기 저항이 없을 때, 일정한 높이에서 수평 방향으로 던진 물체는 연직 방향으로 일정한 중력이 작용하므로 등가속도 운동을 하고, 수평 방향으로 힘은 작용하지 않으므로 등속도 운동을 한다. 이때 바닥에 도달하는 데 걸리는 시간은 연직 방향의 운동에 의해 정해지며, 수평으로 던진 물체의 속력과는 관계없다.
- (1) 관성은 물체의 질량에만 관계가 있고, 속력과는 관계가 없다.
(2) 운동량은 질량과 속도의 곱으로, 물체의 질량이 클수록 운동량이 크다.
(3) 정지해 있는 물체는 속도가 0이므로 질량이 아무리 크더라도 운동량이 0이다.
- 충격량은 물체에 작용한 힘과 힘이 작용한 시간의 곱으로, 작용 반작용 법칙에 의해 같은 시간 동안 주고받는 힘의 크기가 같고 힘이 작용한 시간이 같으므로, 승용차와 트럭이 받는 충격량의 크기는 같다.
- 힘-시간 그래프에서 그래프 아랫부분의 넓이는 충격량을 나타내고, 충격량은 운동량의 변화량과 같다.
(1) A와 B의 그래프 아랫부분의 넓이가 같으므로 힘이 작용하는 동안 받은 충격량의 크기는 서로 같다.
(2) 평균 힘은 충격량을 힘이 작용한 시간으로 나눈 것과 같다. 따라서 평균 힘은 충돌 시간이 더 짧은 A가 B보다 크다.
(3) A와 B는 충격량의 크기가 같으므로 운동량의 변화량의 크기가 같다. 이때 A와 B의 질량이 같으므로 힘이 작용한 후의 속력은 서로 같다.

교과서엔
없는

충단원 마무리 문제

본문 46~48쪽

- 1 ⑤ 2 ④ 3 (1) 1:2 (2) 1:2 4 ④ 5 ③ 6 ⑤
7 10 m 8 ① 9 ② 10 ① 11 ② 12 ③ 13 ④
14 ④ 15 ③ 16 ③ 17 해설 참조

- ① 힘이 크면 가속도가 큰 것이지 속도가 큰 것은 아니다.
② 힘은 물체가 가지고 있는 것이 아니라 두 물체 사이에 상호 작용 하는 것이다.
③ 힘의 방향은 가속도의 방향과 같으며, 물체의 운동 방향과 다를 수 있다.
④ 등속도 운동하는 물체에 작용하는 알짜힘은 0이다.
⑤ 물체의 가속도, 즉 속도 변화율은 힘의 크기가 일정할 때 물체의 질량에 반비례한다.
- ㄱ, ㄴ. 두 물체 사이에 작용하는 중력은 크기가 같고 방향이 서로 반대이다. 따라서 F_1 의 크기는 F_2 의 크기와 같고, F_1 과 F_2 의 방향은 서로 반대이다.
ㄷ. 중력의 크기는 두 물체 사이의 거리가 가까울수록 크다. 따라서 r 가 커질수록 F_1 의 크기는 작아진다.
- 속도-시간 그래프에서 기울기는 가속도를 나타내고, 그래프 아랫부분의 넓이는 이동 거리를 나타낸다.
(1) A와 B의 기울기는 각각 1 m/s^2 , 2 m/s^2 이므로, A와 B의 가속도의 비 $a_A : a_B = 1 : 2$ 이다.
(2) 0초에서 2초까지 그래프 아랫부분의 넓이는 A와 B가 각각 2m, 4m이므로, A와 B가 이동한 거리의 비 $s_A : s_B = 1 : 2$ 이다.
- ④ 자유 낙하 하는 물체의 가속도의 크기는 질량에 관계없이 일정하다.
- ㄱ. 자유 낙하 하는 물체의 속도는 시간에 따라 일정하게 증가한다. 따라서 속력은 C에서가 B에서의 2배이다.
ㄴ. 물체에 작용하는 중력이 일정하므로 어느 지점에서나 가속도의 크기는 일정하다.
ㄷ. 등가속도 운동을 하는 물체의 이동 거리는 시간의 제곱에 비례한다. 따라서 A에서 C까지의 거리는 A에서 B까지의 거리의 4배이다.
- ㄱ. 수평 방향으로 던진 물체는 수평 방향으로 힘이 작용하지 않으므로, A는 수평 방향으로 등속도 운동을 한다.
ㄴ. 수평 방향으로 이동한 거리가 길수록 처음 위치에서 물체를 던진 속력이 크다. 따라서 물체를 던진 속력은 B가 A보다 크다.
ㄷ. 운동하는 동안 A와 B에 작용하는 알짜힘은 중력뿐이다. 따라서 B에 작용하는 알짜힘의 방향은 일정하다.
- A와 B는 같은 높이에서 출발하여 연직 방향으로 같은 가

속도로 운동하므로 수평면에 동시에 도달한다. 따라서 B는 수평 방향으로 2초 동안 등속도 운동을 하므로 수평면에 도달할 때까지 B가 수평 방향으로 이동한 거리는 $5 \text{ m/s} \times 2 \text{ s} = 10 \text{ m}$ 이다.

- 8 ㄱ. B는 수평 방향으로 등속도 운동을 한다. 따라서 ㉠은 0.6이다.
 ㄴ. A의 연직 이동 거리는 시간의 제곱에 비례하여 증가한다.
 ㄷ. B는 연직 방향으로 A와 같은 등가속도 운동을 하므로 연직 방향 속력은 시간에 비례하여 증가한다. 따라서 0.3초 일 때가 0.1초일 때의 3배이다.
- 9 ㄱ. 공기의 밀도가 더 작아지므로 위와 아래 사이에 중력 차이에 의해 대류가 천천히 일어난다.
 ㄴ. 중력 가속도가 더 작아지면 자유 낙하 하는 물체가 더 천천히 떨어진다.
 ㄷ. 수평면에서 물체를 가속시키는 것은 질량과 관계가 있는데, 중력 가속도는 질량에 관계없이 일정하다.
- 10 ① 물체의 관성의 크기는 질량에 비례하고, 속력과는 관계가 없다.
- 11 ㄱ. A와 B는 운동량의 크기는 같지만 방향이 다르므로 운동량은 다르다.
 ㄴ. 관성의 크기는 질량에 비례한다. A의 질량이 B의 질량의 2배이므로 관성의 크기는 A가 B의 2배이다.
 ㄷ. 충돌 과정에서 주고받는 힘의 크기는 같다. 따라서 두 자동차가 충돌할 때 받는 충격량의 크기는 서로 같다.
- 12 종이 공을 더 멀리 날리기 위해서는 충격량을 크게 해야 한다.
 ㄱ, ㄴ. 부는 힘이 클수록, 힘이 작용한 시간이 길수록 충격량이 크고, 충격량이 클수록 운동량의 변화량이 크다.
 ㄷ. 운동량의 변화량이 같을 때 속도 변화량은 질량에 반비례한다. 따라서 종이 공을 더 멀리 날리기 위해서는 종이 공의 질량을 작게 해야 한다.
- 13 힘-시간 그래프에서 그래프 아래부분의 넓이가 충격량을 나타내므로, 충격량은 0초부터 4초까지가 0초부터 2초까지의 3배이다. 또한 충격량은 운동량의 변화량과 같으므로 운동량의 크기는 4초일 때가 2초일 때의 3배이다.
- 14 ㄱ. 달걀은 떨어지는 동안 등가속도 운동을 하므로 속력이 빨라진다. 따라서 떨어지는 동안 달걀의 운동량의 크기는 증가한다.
 ㄴ. 단단한 바닥에 충돌하는 경우에 힘을 받은 시간이 더 짧으므로, 단단한 바닥에 떨어진 달걀이 받은 힘을 나타낸 것은 A이다.
 ㄷ. 충격량이 같을 때 시간이 짧을수록 평균 힘이 크다. 따

라서 달걀이 받은 평균 힘의 크기는 단단한 바닥에 떨어질 때가 폭신한 방석에 떨어질 때보다 크다.

- 15 ㄱ. 충돌 과정에서 A와 벽이 서로 주고받는 힘의 크기가 같으므로, A가 벽에 가한 충격량의 크기와 벽이 A에 가한 충격량의 크기는 같다.
 ㄴ. 운동량의 변화량은 나중 운동량에서 처음 운동량을 뺀 값과 같다. A와 B의 질량을 m 이라고 할 때, 운동량의 변화량은 A의 경우 $m \times (-1 \text{ m/s} - 2 \text{ m/s}) = -3m \text{ kg} \cdot \text{m/s}$ 이고, B의 경우 $m \times (0 - 2 \text{ m/s}) = -2m \text{ kg} \cdot \text{m/s}$ 이다. 따라서 충돌 과정에서 운동량의 변화량의 크기는 A가 B의 1.5배이다.
 ㄷ. 벽이 받은 충격량의 크기는 물체의 운동량 변화량의 크기와 같다. 따라서 벽이 받은 충격량의 크기는 A가 충돌할 때가 B가 충돌할 때의 1.5배이다.
- 16 중력 가속도는 10 m/s^2 이므로 낙하하는 동안 공이 받은 중력의 크기는 10 N 이다. 또한 자유 낙하 하는 물체의 속도는 시간에 비례하므로 2초 동안 낙하하여 지면에 충돌하는 순간 공의 속도는 아래 방향으로 20 m/s 이다. 따라서 $I_1 = 10 \text{ N} \times 2 \text{ s} = 20 \text{ N} \cdot \text{s}$ 이고, 충격량은 운동량의 변화량과 같으므로 $I_2 = 1 \text{ kg} \times |-10 \text{ m/s} - 20 \text{ m/s}| = 30 \text{ N} \cdot \text{s}$ 에서 $I_1 : I_2 = 2 : 3$ 이다.

- 17 **모범 답안** 충격이 가해지는 시간을 길게 하여 탑승자가 받는 힘의 크기를 작게 해 준다.

채점 기준	배점
충격이 가해지는 시간과 힘의 관계로 옳게 설명한 경우	100 %
충격이 가해지는 시간을 길게 한다고만 설명한 경우	50 %

2 지구 시스템

보충 확인 문제

본문 52, 55, 59쪽

1 지권, 수권, 기권, 생물권, 외권 2 (1) × (2) ○ (3) ○ 3 (1) 수권 (2) 지권 4 태양 에너지 5 ㉠ 태양 에너지 ㉡ 일정 6 (1) ○ (2) ○ (3) × 7 판 8 발산형 경계, 수렴형 경계, 보존형 경계 9 (1) ○ (2) × (3) ○

- 2 (1) 지권 중 80 %를 차지하는 층은 맨틀이다.
- 6 (3) 지구 온난화가 가속되면 수온이 높아져 기체 용해도가 낮아지므로 수권에서 기권으로 탄소 이동량이 증가한다.
- 8 판의 경계는 판과 판이 서로 멀어지는 발산형 경계, 판과 판이 서로 가까워지는 수렴형 경계, 판과 판이 반대 방향으로 어긋나는 보존형 경계로 구분한다.

- 9 (2) 화산 활동으로 대기 중으로 분출된 다량의 화산재는 태양 빛을 막아 일시적으로 지구의 기온을 낮춘다.

교과서엔
없는

중단원 마무리 문제

본문 60~62쪽

- 1 ③ 2 나, 다 3 ② 4 ④ 5 ⑤ 6 ② 7 ③
8 ① 9 ④ 10 ① 11 ⑤ 12 ③ 13 ② 14 가
15 나, 다 16 가, 나

- 1 ③ 지구 시스템의 에너지원 중 약 99.9%는 태양 에너지이다. 지구는 태양계의 역학적 시스템 안에 존재하는 구성 요소이면서 그 자체로도 수많은 생명체와 요소를 포함한다. 만약, 태양이 존재하지 않는다면 액체 상태의 물도 존재할 수 없기 때문에 생명체가 살 수 없을 것이다.
- 2 가. 지권 중 가장 많은 부피를 차지하는 층은 맨틀로, 지권 전체의 약 80%를 차지한다.
- 3 가. 열권(D)은 공기의 밀도가 작아 기온의 일교차가 가장 크다.
다. 대류가 일어나는 층은 대류권(A), 중간권(C), 맨틀(F), 외핵(G)이다.
- 4 (가)에서 생물의 호흡으로 대기 중의 CO₂ 농도가 변하는 것은 생물권과 기권의 상호 작용(B)이다. (나)에서 지하 구성 암석의 종류에 따라 지하수의 성분이 달라지는 것은 지권과 수권의 상호 작용(C)이다.
- 5 ㉓는 지권과 생물권의 상호 작용, ㉔는 지권과 기권의 상호 작용, ㉕는 지권과 수권의 상호 작용에 해당하므로 (가)는 기권, (나)는 지권, (다)는 수권이 된다.
- 6 가. 지구 시스템의 에너지원 중 가장 많은 양을 차지하는 것은 태양 에너지로 전체의 약 99.9%를 차지한다.
나. 외핵에서 대류가 일어나 지구 자기장을 형성하는 것은 지구 내부 에너지이다.
- 7 ③ 지구의 기온이 높아지는 지구 온난화가 진행되면 해수의 증발량이 많아지므로 B에서 이동하는 물의 양은 증가한다.
- 8 ① 탄소는 석회암과 화석 연료의 형태로 지구 시스템의 구성 요소 중 지권에 가장 많이 분포한다.
- 9 가. 육지에서 물수지는 강수(25)=증발(16)+A이므로 A는 9이고, 바다에서 물수지는 증발(84)=강수(B)+A(9)이므로 B는 75이다.
나. 물의 순환 과정에서 물질뿐만 아니라 에너지 순환도 일어나므로 증발로 지표의 에너지가 대기로 수송된다.

다. 바다에서 증발량이 강수량보다 많더라도 육지에서 물이 유입되기 때문에 해수의 양은 감소하지 않고, 바다에서도 물수지가 이루어진다.

- 10 (가)는 지권 → 기권, (나)는 기권 → 수권, (다)는 수권 → 지권이므로 A는 기권, B는 지권, C는 수권이다.
- 11 가. 화산대와 지진대는 대체로 일치하지만 지진이 발생하는 곳에서 반드시 화산 활동이 일어나는 것은 아니다.
- 12 ③ 대륙 지각은 해양 지각보다 두께가 두껍다. 하지만 구성하는 암석의 밀도가 다르기 때문에 대륙 지각을 포함하는 대륙판보다 해양 지각을 포함하는 해양판의 밀도가 더 크다.
- 13 A는 발산형 경계인 해령, B는 수렴형 경계인 해구, C는 보존형 경계인 변환 단층이다.
- 14 가. 해양판이 섭입하는 (가)에서는 해구가 발달한다.
나. 습곡 산맥이 형성되는 (나)는 맨틀 대류의 하강부이다.
다. 화산 활동은 수렴형 경계 중 (나) 충돌형 경계인 습곡 산맥보다 (가) 섭입형 경계인 해구 부근에서 활발하다.
- 15 가, 나, A(습곡 산맥), B(해구)는 수렴형 경계이고, C(동태평양 해령)는 발산형 경계이다.
다. C(동태평양 해령)는 새로운 해양 지각이 생성되므로 B보다 해양 지각의 연령이 적다.
- 16 다. 화산재와 화산 분출물에 포함된 다양한 광물질은 장기적으로 토양을 비옥하게 한다.

3 생명 시스템

보충 확인 문제

본문 66, 69, 72쪽

- 1 (1) 미토콘드리아 (2) 엽록체 2 ㉠ 인지질, ㉡ 단백질
3 삼투 4 ㉠ 물질대사, ㉡ 효소 5 활성화 에너지
6 (1) × (2) ○ (3) × (4) ○ (5) × 7 ㉠ 전사, ㉡ 번역
8 UGCAUAGUC 9 (1) 3염기 조합 (2) 코돈

- 2 산소, 이산화 탄소와 같이 크기가 작은 기체 분자는 인지질 2중층을 통해 확산하고, 포도당, 아미노산과 같은 수용성 물질은 단백질을 통해 확산한다.
- 6 (1) 효소는 반응물과 결합하여 활성화 에너지를 낮춤으로써 반응을 촉진한다.
(3) 효소는 반응 전후에 변하지 않으므로 생성물과 분리된 후 다시 새로운 반응물과 결합하여 반복적으로 반응을 촉진한다.

- (4) 효소는 주성분이 단백질이므로 높은 온도에서는 성질이 변하여 그 기능을 잃는다.
(5) 효소는 생명체 밖에서도 작용할 수 있어 다양한 분야에 이용된다.

- 7 DNA의 유전 정보가 RNA로 전달되는 과정을 전사라고 하고, RNA의 유전 정보에 따라 단백질이 합성되는 과정을 번역이라고 한다.
8 DNA에서 RNA로 전사될 때 염기는 A → U, T → A, G → C, C → G으로 대응된다.

교과서에
없는

중단원 마무리 문제

본문 73~75쪽

- 1 ② 2 ④ 3 (가) 핵, (나) 리보솜, (다) 소포체, (라) 골지체
4 ③ 5 ③ 6 (다) > (가) > (나) 7 ④ 8 해설 참조
9 ③ 10 ④ 11 해설 참조 12 ④ 13 ① 14 생
명 중심 원리 15 ② 16 ④ 17 ④ 18 (1) AAC
(2) AAA

- 1 ① 기관계는 식물체에는 없고 동물체에만 있는 구성 단계이다.
② (가)는 세포로 생명체의 구조적·기능적 단위이다.
③ 한 개체를 구성하는 세포는 모양과 크기가 다양하다.
④, ⑤ (나)는 기관으로, 여러 조직이 모여 특정한 형태와 기능을 담당하는 단계이다.
- 2 A는 핵, B는 리보솜, C는 미토콘드리아, D는 엽록체이다.
ㄱ. 핵(A) 속에는 유전 물질인 DNA가 있다.
ㄴ. 리보솜(B)에서는 아미노산이 펩타이드 결합으로 연결되어 단백질이 합성된다.
ㄷ. 미토콘드리아는 동물 세포와 식물 세포에 모두 있다.
ㄹ. 엽록체(D)에서는 광합성이 일어난다.
- 3 핵 속의 DNA에 저장된 유전 정보에 따라 리보솜에서 단백질이 합성되며, 합성된 단백질은 소포체를 통해 골지체로 이동하였다가 세포 밖으로 분비된다.
- 4 ①, ② A는 아미노산으로 구성된 단백질이며, 구성 원소로 질소(N)를 갖는다.
③ 세포막을 이루는 인지질은 유동성이 있어 단백질(A)의 위치도 변할 수 있다.
④, ⑤ B는 인지질이며, ㉠은 인산이 있는 친수성 부분이고, ㉡은 지방산으로 된 소수성 부분이다.
- 5 ㄱ. A는 세포막을 경계로 농도가 높은 쪽에서 낮은 쪽으로 인지질 2중층을 직접 통과하여 확산한다.
ㄴ. 나트륨 이온과 같이 전하를 띠는 물질은 세포막의 단백

질을 통해 이동하므로 B와 같은 방식으로 이동한다.
ㄷ. B는 세포막의 단백질을 통해 농도가 높은 쪽에서 낮은 쪽으로 확산한다.

- 6 적혈구를 적혈구 안쪽보다 농도가 낮은 설탕 용액에 넣으면 삼투에 의해 물이 많이 들어와 적혈구의 부피가 증가하고, 농도가 높은 설탕 용액에 넣으면 삼투에 의해 물이 많이 빠져나가 적혈구의 부피가 감소한다. 따라서 설탕 용액의 농도는 (다)가 가장 높고, (나)가 가장 낮다.

- 7 ①, ② 물질대사에는 생체 촉매가 관여하며, 반드시 에너지 출입이 따른다.
④ 물질대사는 생체 촉매가 관여하기 때문에 체온 정도의 낮은 온도와 대기압 정도의 낮은 압력 조건에서 일어난다.

- 8 **모범 답안** (나), 양파 표피 세포를 진한 설탕 용액에 담가 두면 삼투에 의해 물이 세포 밖으로 많이 빠져나가 세포질이 수축하고, 그에 따라 세포막이 세포벽으로부터 분리되는 현상이 나타나기 때문이다.

채점 기준	배점
(나)라고 쓰고, 삼투 및 세포의 변화와 관련지어 옳게 설명한 경우	100 %
(나)라고 쓰고, 삼투를 언급하지 않고 설명한 경우	60 %
(나)라고만 쓴 경우	20 %

- 9 ㄱ. A는 반응물과 생성물의 에너지 차이인 반응열로, 효소의 유무에 관계없이 일정하다.
ㄴ. 효소는 활성화 에너지를 낮추므로, B는 효소가 있을 때의 활성화 에너지이고, C는 효소가 없을 때의 활성화 에너지이다.
ㄷ. 활성화 에너지가 클수록 반응이 일어나기 어려워 반응 속도가 느리다.
- 10 ㄱ, ㄴ. 생간에는 과산화 수소를 물과 산소로 분해하는 반응을 촉진하는 카탈레이스가 들어 있다.
ㄷ. 효소는 열을 받으면 입체 구조가 변하여 기능을 잃기 때문에 삶은 간을 넣은 시험관 C에서는 기포가 발생하지 않는다.

- 11 시험관 B에서 기포 발생이 끝난 것은 과산화 수소가 모두 물과 산소로 분해되었기 때문이다. 그러나 간 속의 카탈레이스는 반응 후에도 변하지 않고 남아 있어서 반응물인 과산화 수소를 첨가하면 다시 반응물과 결합하여 반응을 촉진한다.

모범 답안 효소는 반응 전후에 변하지 않아 다시 촉매 작용을 할 수 있다.

채점 기준	배점
효소는 반응 전후에 변하지 않는다는 것을 언급하여 옳게 설명한 경우	100 %
효소는 다시 작용할 수 있다고만 설명한 경우	50 %

- 12 ㄱ. A는 반응물이며, 반응물의 양은 활성화 에너지의 크기에 영향을 주지 않는다.
 ㄴ. 반응 전후에 변하지 않는 B가 효소이다.
 ㄷ. 효소 B는 반응물 A가 생성물 C와 D로 분해되는 반응을 촉진한다.
- 13 ㄱ, ㄴ. 유전자는 유전 정보를 저장하고 있는 DNA의 특정 부위이다.
 ㄷ. 유전자는 단백질을 구성하는 아미노산 서열에 대한 정보를 DNA의 염기 서열로 저장하고 있다.
 ㄹ. 한 분자의 DNA에는 수많은 유전자가 있다.
- 14 생명 중심 원리에서는 유전 정보가 DNA에서 RNA를 거쳐 단백질로 전달된다고 설명한다.
- 15 ㄱ. DNA의 유전 정보가 RNA로 전달되는 과정 A는 전사이다.
 ㄴ. 동물 세포에서 전사(A)는 DNA가 있는 핵 속에서 일어나고, 번역(B)은 세포질의 리보솜에서 일어난다.
 ㄷ. 전사(A) 과정에서는 DNA의 염기 서열이 RNA의 염기 서열로 바뀌지만, 번역(B) 과정에서는 RNA의 염기 서열이 단백질의 아미노산 서열로 바뀐다.
- 16 ① 코돈은 64종류이고, 아미노산은 20종류이다.
 ② 코돈은 하나의 아미노산을 지정하는 RNA의 연속된 3개의 염기이므로, 염기 U(유라실)을 포함하는 것이 있다.
 ③, ⑤ 거의 모든 생명체는 동일한 유전부호 체계를 사용하여 사람과 대장균에서 동일한 코돈은 동일한 아미노산으로 번역된다.
 ④ 3염기 조합은 DNA에서 하나의 아미노산을 지정하는 연속된 3개의 염기이다.
- 17 ① (가)는 가닥 II의 염기 서열 TCA에 상보적이므로 AGT이다.
 ② (나)는 DNA의 염기 서열 TTA에 상보적이므로 AAU이다.
 ③ RNA의 염기 서열은 DNA에서 전사에 사용된 가닥의 염기 서열과 상보적이므로 RNA는 DNA 가닥 II로부터 전사되었다.
 ④ 아미노산 3을 지정하는 코돈은 DNA의 염기 서열 TCA에 상보적인 AGU이다.
 ⑤ DNA로부터 RNA가 합성되는 전사 과정은 핵 속에서 일어나고, RNA의 정보에 따라 단백질이 합성되는 번역 과정은 세포질의 리보솜에서 일어난다.
- 18 (1) DNA 가닥에서 전사된 RNA의 염기 서열은 CGG UAU GUA AAC로, 4번째 코돈은 AAC이다.
 (2) ㄱ 부분에 염기 G이 1개 끼어 들어간 후 전사된 RNA의 염기 서열은 CGG UAC UGU AAA C로, 4번째 코돈은 AAA가 된다.

III 변화와 다양성

1 화학 변화

보충 확인 문제

본문 80, 82, 85, 87쪽

1 산소 2 산화된 물질 : 아연, 환원된 물질 : 황산 구리(II)
 3 (1) ○ (2) × (3) × 4 (1) CO (2) Zn 5 (1) ㉠ 수소 이온(H^+), ㉡ 수소(H_2) (2) ㉠ 수산화 이온(OH^-), ㉡ 붉게 6 (1) × (2) ○ (3) ○ 7 (1) ○ (2) ○ 8 (1) ○ (2) × (3) × 9 (다)

- 1 빛에너지를 이용하여 이산화 탄소와 물로 포도당과 산소를 만드는 광합성, 메테인과 같은 화석 연료의 연소, 철의 제련에는 모두 산소가 공통으로 관여한다.
- 2 아연은 전자를 잃고 아연 이온(Zn^{2+})으로 산화되어 용액 속에 녹아 들어가고, 황산 구리(II) 수용액 속 구리 이온(Cu^{2+})은 전자를 얻어 구리로 환원된다.
- 3 (2) 전자를 잃거나 산소를 얻는 반응이 산화이다.
 (3) 어떤 물질이 산소를 얻어(전자를 잃어) 산화되면 산소를 잃고(전자를 얻어) 환원되는 물질이 있으므로 산화 환원 반응은 항상 동시에 일어난다.
- 4 (1) CO는 산소를 얻어 CO_2 로 산화된다.
 (2) Zn은 전자를 잃고 Zn^{2+} 으로 산화된다.
- 5 (1) 산은 물에 녹아 수소 이온(H^+)을 내놓는 물질이며, 마그네슘과 반응할 때 산 수용액 속의 H^+ 은 마그네슘이 내놓은 전자를 얻어 H_2 로 환원된다.
 (2) 염기는 물에 녹아 수산화 이온(OH^-)을 내놓는 물질이며, 페놀프탈레인 용액을 붉게 변화시킨다.
- 6 (1) 산은 H^+ 과 음이온으로 이온화하므로 산 수용액은 종류가 다르더라도 양이온인 H^+ 은 같고, 종류에 따라 음이온이 다르다.
 (2) 염기는 물에 녹아 OH^- 을 내놓는 물질로, 염기의 종류가 다르더라도 공통적인 염기성이 나타나는 것은 염기 수용액 속에는 모두 음이온인 OH^- 이 들어 있기 때문이다.
 (3) 산과 염기는 모두 물에 녹아 이온으로 나누어지므로 그 수용액은 모두 전기가 통하는 전기 전도성이 있다.
- 7 (1) 지시약은 용액의 액성에 따라 색이 변하는 물질이므로 용액의 액성을 판단할 때 사용한다.
 (2) BTB 용액은 산성 용액에서 노란색을 띤다. 식초와 탄산음료에는 모두 산성 물질이 들어 있으므로 BTB 용액을 떨어뜨리면 노란색을 띤다.

- 8 (1) 중화 반응에서 산의 H^+ 과 염기의 OH^- 은 1 : 1의 개수 비로 반응한다.
 (2) 중화 반응으로 물이 생성될 때 열이 발생하므로 용액의 온도가 높아진다.
 (3) 중화 반응에서 산의 양이온인 H^+ 과 염기의 음이온인 OH^- 은 물을 생성하고, 산의 음이온과 염기의 양이온은 염을 생성한다.
- 9 중화 반응으로 생성되는 물의 양이 많을수록 용액의 온도가 높다. (다)와 (라)에서 생성된 물의 양은 같고, 용액의 부피는 (다)가 (라)보다 적으므로 용액의 최고 온도는 (다)에서 가장 높다.

교과서엔
없는

중단원 마무리 문제

본문 88~90쪽

- 1 ③ 2 ② 3 (가) 환원, (나) 환원, (다) 산화 4 ①
 5 (1) 산화 구리(II) (2) 해설 참조 6 ④ 7 ③ 8 해설
 참조 9 ④ 10 ④ 11 ② 12 ② 13 ②
 14 ⑤ 15 A : Cl^- , B : Na^+ , C : OH^- , D : H^+ 16 ⑤
 17 ①

- 1 ㄱ. 산소를 얻는 반응은 산화이고, 산소를 잃는 반응은 환원이다.
 ㄴ. 전자를 잃는 반응은 산화이고, 전자를 얻는 반응은 환원이다.
 ㄷ. 전자를 잃고 산화되는 물질이 있으면 전자를 얻어 환원되는 물질이 있으므로 산화 환원 반응은 항상 동시에 일어난다.
- 2 ①, ③, ④ 광합성으로 포도당과 산소가 생성되고, 이 과정에서 빛에너지가 필요하다. 광합성으로 생성된 산소는 오존을 생성하였고, 대기에 오존층이 생성됨으로써 지구로 유입되는 유해 방사선이 차단되어 수중 생명체가 육상으로 진출할 수 있게 되었다.
 ② 이산화 탄소는 산소를 잃고 환원되어 포도당이 된다.
 ⑤ 광합성으로 생성된 포도당이 호흡을 통해 산화되는 과정을 통해 생명체가 생활하는 데 필요한 에너지를 얻는다.
- 3 (가) 광합성은 공기 중의 이산화 탄소에서 산소를 떼어 내어(환원시켜) 생명체의 에너지원인 포도당을 만드는 반응이다.
 (나) 철의 제련은 철광석의 주성분인 산화 철에서 산소를 떼어 내어(환원시켜) 순수한 철을 만드는 과정이다.
 (다) 화석 연료인 메테인의 연소 반응에서 메테인의 탄소는 산소를 얻어 이산화 탄소가 산화된다.
- 4 ㄱ. 반응 I에서 탄소(C)는 산소를 얻어 산화된다.
 ㄴ. 산화 철(III)(Fe_2O_3)은 Fe^{3+} 과 O^{2-} 이 결합한 이온 결합 물질이다.

이 반응에서 Fe_2O_3 의 Fe^{3+} 은 전자를 얻어 Fe로 환원된다.
 ㄷ. 반응 II에서 CO는 산소를 얻어 CO_2 로 산화된다.

- 5 (1) 구리를 겉불꽃 속에 넣고 가열하면 산소와 결합하여 산화 구리(II)가 생성된다.
 (2) 겉불꽃은 산소의 공급이 충분하지 않으므로 타지 않은 알코올의 탄소 성분이나, 탄소의 불완전 연소로 생성된 일산화 탄소가 존재한다. 일산화 탄소나 탄소는 구리보다 산소와 결합하기 더 쉬우므로 산화 구리(II)의 산소를 빼앗아 산화된다.

모범 답안 검은색의 산화 구리(II)는 산소를 잃고 구리로 환원되고, 겉불꽃 속의 일산화 탄소(또는 탄소)는 산소를 얻어 이산화 탄소가 산화된다.

채점 기준	배점
산소의 이동으로 산화되는 물질과 환원되는 물질을 모두 옳게 설명한 경우	100 %
산화되는 물질과 환원되는 물질만 쓴 경우	40 %

- 6 ① 산소 분자가 산소 원자로 되었으므로 산소 원자 1개를 잃는 것과 같으므로 환원된다.
 ② 산화 철(III)은 산소를 잃고 철로 환원된다.
 ③ 산화 구리(II)는 산소를 잃고 구리로 환원된다.
 ④ 메테인의 탄소는 산소를 얻어 이산화 탄소가 산화된다.
 ⑤ 광합성에서 이산화 탄소는 산소를 잃고 포도당으로 환원된다.
- 7 ① 염산에 들어 있는 H^+ 은 전자를 얻어 H_2 로 환원된다.
 ② Mg은 전자를 잃고 Mg^{2+} 으로 산화된다.
 ③ H^+ 2개가 반응하여 H_2 기체로 빠져나가고 수용액 속으로 Mg^{2+} 1개가 녹아 들어가므로 수용액 속 양이온 수는 감소한다.
 ④ Cl^- 은 반응에 참여하지 않아 산화되거나 환원되지 않으므로 그 수가 일정하다.
 ⑤ H^+ 2개가 반응하여 H_2 1개가 생성되므로 전자 2개가 이동한다.
- 8 **모범 답안** 수용액이 푸른색으로 변하고, 구리줄 표면에 은이 석출된다. 구리가 전자를 잃고 구리 이온으로 산화되어 수용액 속으로 녹아 들어가고, 수용액 속의 은 이온이 전자를 얻어 환원되어 구리줄 표면에 은이 석출되기 때문이다.

채점 기준	배점
수용액에서 일어나는 변화를 옳게 쓰고, 이를 전자의 이동에 의한 산화 환원 반응으로 옳게 설명한 경우	100 %
수용액에서 일어나는 변화만 옳게 쓴 경우	40 %

- 9 ㄱ. (가)에서 Mg은 전자를 잃고 Mg^{2+} 이 되고, 이 전자를 산소가 얻어 O^{2-} 이 된 후 두 이온이 정전기적 인력으로 결합하여 MgO이 되므로 Mg은 산화된다.
 ㄴ. (나)에서 CO_2 는 산소를 잃고 C로 환원된다.

ㄷ. Mg이 CO₂의 산소를 빼앗아 MgO으로 산화되므로 Mg은 C보다 산소와 결합하기 쉽다.

- 10 ① 산은 수용액에서 H⁺을 내놓으므로 모든 산 수용액에 들어 있는 양이온의 종류는 같다.
 ② 산 수용액은 푸른색 리트머스 종이를 붉게 변화시킨다.
 ③ 염기는 수용액에서 OH⁻을 내놓으므로 모든 염기 수용액에 들어 있는 음이온의 종류는 같다.
 ④ 마그네슘과 반응하면 수소 기체가 발생하는 것은 산 수용액이다.
 ⑤ 산과 염기 수용액에는 모두 이온이 들어 있으므로 전기 전도성이 있다.

- 11 ㄱ. 페놀프탈레인 용액을 붉게 변화시키는 것은 염기이므로, 이를 기준으로 하면 '예'에 해당하는 물질은 NaOH, Ca(OH)₂이 되어야 한다.
 ㄴ. 기준 (가)에 해당하는 것은 산이고, 해당하지 않는 것은 염기이다. 따라서 산에만 적용되는 기준으로는 '달걀 껍데기와 반응하면 이산화 탄소 기체가 발생하는가?'가 적절하다.
 ㄷ. 주어진 물질은 모두 전기 전도성이 있으므로 '전기 전도성이 있는가?'는 산과 염기를 분류하는 적절한 기준이 될 수 없다.

- 12 ㄱ, ㄷ. X는 푸른색 리트머스 종이를 붉게 변화시키므로 X로 적절한 것은 산이다.
 ㄴ, ㄹ. 암모니아와 수산화 칼륨은 모두 물에 녹아 OH⁻을 내놓는 염기이므로 X로 적절하지 않다.

- 13 ㄱ. A 수용액은 산성 용액이므로 페놀프탈레인 용액의 색을 변화시키지 못한다. 따라서 ㉠은 '무색'이 적절하다.
 ㄴ. B 수용액은 염기성 용액이므로 마그네슘과 반응하지 않는다. 따라서 ㉡은 '변화 없음'이 적절하다.
 ㄷ. 산성 용액인 A 수용액과 염기성 용액인 B 수용액을 혼합하면 중화 반응이 일어나 용액의 온도가 높아진다.

- 14 ① 반응한 H⁺과 OH⁻의 수가 많을수록 발생하는 열이 많으므로 완전히 중화되는 (다)에서 용액의 온도가 가장 높다. (라)는 더 이상 중화 반응이 일어나지 않고 온도가 낮은 용액이 첨가되므로 (다)보다 온도가 낮다.
 ② (나)에는 H⁺이 존재하므로 산성 용액이다. 따라서 BTB 용액을 떨어뜨리면 노란색을 나타낸다.
 ③ 완전히 중화가 일어난 (다) 이후에는 수산화 나트륨 수용액을 가하여도 더 이상 중화 반응이 일어나지 않으므로 생성된 물 분자 수는 (다)=(라)이다.
 ④ Na⁺은 반응에 참여하지 않는 이온이므로 넣어 준 수산화 나트륨 수용액의 부피가 가장 큰 (라)에서 그 수가 가장 많다.
 ⑤ (나)에는 H⁺ 1개가 들어 있고, (라)에는 OH⁻ 1개가 들어 있으므로 (나)와 (라)를 혼합하면 중성 용액이 된다.

- 15 A는 묽은 염산을 가할수록 계속 증가하므로 반응에 참여하지 않는 이온인 Cl⁻이다. B는 넣어 준 염산의 부피에 관계없이 그 수가 일정하므로 반응에 참여하지 않는 이온인 Na⁺이다. C는 넣어 준 염산의 부피에 따라 그 수가 점점 감소하다가 일정 지점부터 존재하지 않으므로 반응에 참여하는 OH⁻이고, D는 처음에는 존재하지 않다가 일정 지점 이후부터 존재하므로 H⁺이다.

- 16 ㄱ. (가)는 중화 반응이 완결되기 이전 용액으로 염기성 용액이다. 따라서 페놀프탈레인 용액을 떨어뜨리면 붉은색을 나타낸다.
 ㄴ. (나)는 중화 반응이 완전히 일어난 지점이므로 용액의 최고 온도는 (나)가 (가)보다 높다.
 ㄷ. Na⁺의 수는 (가)와 (나)에서 같고 Cl⁻의 수는 (나)가 (가)의 2배이므로 $\frac{\text{Cl}^- \text{의 수}}{\text{Na}^+ \text{의 수}}$ 는 (나)가 (가)의 2배이다.

- 17 ① 온도가 가장 높은 C에서 중화 반응이 완결되므로 A 용액은 산성 용액이다. 따라서 마그네슘을 넣으면 수소 기체가 발생한다.
 ② 생성된 물 분자 수는 C점까지 증가하다 일정해지므로 A < B < C = D = E이다.
 ③ 중화 반응이 완결된 C 용액에도 Na⁺과 Cl⁻이 들어 있으므로 전기 전도성이 있다.
 ④ E 용액은 중화가 완결된 이후 과량의 NaOH 수용액을 가한 것이므로 염기성 용액이다. 따라서 BTB 용액을 팔란색으로 변화시킨다.
 ⑤ 묽은 염산 5 mL를 완전 중화시키는 데 필요한 NaOH 수용액의 부피가 10 mL이므로 같은 부피에 들어 있는 이온 수는 염산이 수산화 나트륨 수용액의 2배이다.

2 생물 다양성과 유지

보충 확인 문제

본문 95, 98, 101쪽

- 1 (가) ㄴ, ㄹ, ㄷ, ㄱ (나) ㄱ, ㄷ, ㄱ (다) ㄷ, ㄴ 2 (1) × (2) ○
 (3) ○ (4) × 3 (1) 고생대 (2) 신생대 (3) 선캄브리아 시대
 (4) 중생대 4 과잉 생산과 변이 → 생존 경쟁 → 자연 선택 → 유전과 진화 5 (1) ○ (2) × (3) × 6 유전적 다양성, 종 다양성, 생태계 다양성 7 (1) ○ (2) × (3) ○ 8 (1) ㄹ (2) ㄱ (3) ㄷ

- 1 고생대의 표준 화석으로는 갑주어(ㄴ), 방추충(ㄹ), 삼엽충(ㄷ)이 있고, 중생대는 공룡(ㄱ), 시조새(ㄷ), 암모나이트(ㅇ), 신생대는 매머드(ㄷ), 화폐석(ㄴ)이 있다.

- 2 (1) 선캄브리아 시대에는 전반적으로 온난하였고, 말기에 빙하기가 있었을 것으로 추정된다.
(2), (3) 고생대 말에는 빙하기가 있었고, 이때 형성된 관계아는 중생대(중기)에 분리되기 시작하였다.
(4) 대체로 온난하여 빙하기가 없던 시기는 중생대였다.
- 4 다윈은 다양한 변이가 있는 개체들 중에서 환경 적응에 유리한 변이를 가진 개체가 더 많이 살아남아 자손을 남기고, 이러한 자연 선택이 오랜 세월 동안 반복되면서 진화가 일어난다고 설명하였다.
- 5 (2) 생물에 나타나는 변이 중 유전자의 차이로 나타난 것은 자손에게 전달되지만, 환경의 차이로 나타난 것은 자손에게 전달되지 않는다.
(3) 환경에 따라 유리한 변이가 다르므로 환경의 변화는 자연 선택의 방향에 영향을 준다.
- 7 (1) 유전적 다양성이 높은 생물 집단은 특정 전염병이 발생했을 때 살아남는 개체가 있을 가능성이 높아 멸종할 가능성이 낮다.
(2) 생물종의 수가 많을수록, 여러 종이 고르게 분포할수록 종 다양성이 높다.
- 8 (3) 황소개구리는 외국에서 들어와 우리나라 생태계를 위협하고 있는 외래종이다.

교과서에
없는

중단원 마무리 문제

본문 102~105쪽

- 1 ③ 2 ① 3 ③ 4 (가) A (나) C 5 ② 6 ① 7 ⑤
8 ② 9 ① 10 ② 11 ③ 12 ⑤ 13 ① 14 (가)
⑦ 형질, ⑧ 유전자, (나) 돌연변이, 유성 생식 과정에서 생식세포의 다양한 조합 15 ① 16 나, 다 17 ④ 18 ④
19 ⑤ 20 해설 참조 21 나, 다 22 ③ 23 ④
24 해설 참조

- 1 생물의 개체 수가 많고, 단단한 부분이 있으며, 퇴적층에 빠르게 매몰될수록 화석이 될 가능성이 높아진다.
- 2 ① 지구의 내부 구조는 지진파 분석으로 알 수 있다.
- 3 지질 시대는 대규모의 지각 변동으로 형성되는 부정합이나 생물계의 급변 등을 기준으로 구분한다. 따라서 b, d를 경계로 구분하는 것이 적합하다.
- 4 (가) 표준 화석은 분포 면적이 넓고, 생존 기간이 짧을수록 적합하므로 A가 표준 화석으로 가장 적합하다.
(나) 시상 화석은 특정한 환경에서 살았던 생물 중 생존 기간이 길수록 적합하므로 C가 시상 화석으로 가장 적합하다.

- 5 A는 선캄브리아 시대로 원시적인 생물의 화석만 발견된다. B는 고생대로 바다에서 삼엽충, 육상에서는 양치식물이 번성하였다. C는 중생대로 바다에서는 암모나이트, 육상에서는 공룡 등이 번성하였으며, D는 신생대로 바다에서 화폐석이 번성하였다.
- 6 가. 고생대는 초·중기에 석회암, 양치식물의 화석 등이 발견되므로 온난하였고, 말기에 빙하 퇴적층이 발견되므로 한랭해져 빙하기가 있었음을 알 수 있다.
나. 중생대에는 빙하기가 없었고 가장 온난하였다.
다. 신생대 전기에는 온난하였고, 후기에는 4번의 빙하기와 3번의 간빙기가 있었다.
- 7 가. (가) 삼엽충은 고생대의 표준 화석이다.
나. (나) 암모나이트는 중생대, (다) 화폐석은 신생대의 표준 화석이고, 중생대는 신생대보다 길기 때문에 번성하였던 기간은 (나)가 (다)보다 길다.
다. 삼엽충은 고생대의 바다에서, 암모나이트는 중생대의 바다에서, 화폐석은 신생대의 바다에서 번성하였다.
- 8 가. 중생대 초에 멸종한 것은 글로소프테리스이고 겉씨식물이 아니다. 현재에도 겉씨식물은 분포하고 있다.
나. 글로소프테리스는 겉씨식물이므로 과거에 이 대륙들은 육지 환경이었다.
다. 식물인 글로소프테리스 화석이 여러 대륙에서 발견되는 것으로 보아 과거 하나였던 대륙이 분리된 후 이동하여 현재와 같은 수륙 분포를 이루었음을 추측할 수 있다.
- 9 ① 고생대에 오존층이 형성되어 자외선을 차단하면서 최초의 육상 식물과 동물이 출현할 수 있었다.
② 속씨식물과 포유류는 신생대에 번성하였다.
③ 고생대에 번성한 삼엽충이나 갑주어는 단단한 껍질이 있었다.
④ 선캄브리아 시대는 오랜 시간 지각 변동을 받아 남아 있는 화석이 드물다.
⑤ 진핵생물에서 원핵생물로 진화가 일어난 지질 시대는 선캄브리아 시대이다.
- 10 가. 운석 충돌의 원인으로 추정되는 것은 중생대 말의 대멸종이며, (가) 고생대 말에는 판게아 형성, 대규모 빙하기 등의 이유로 생물이 대량으로 멸종하였다.
나. 암모나이트와 공룡이 멸종한 것은 중생대 말이며, (가) 고생대 말에는 삼엽충, 방주충 등이 멸종하였다.
다. 지질 시대에는 크게 다섯 번의 대멸종이 있었으며, 그 중 고생대 말에는 해양 생물의 약 70 %가 멸종하였다.

- 11 다. 다윈의 진화론에 따라 기린의 진화를 설명하면 높은 곳의 먹이를 먹을 수 있는 목이 긴 기린이 환경 적응에 유리하여 많은 자손을 남기는 과정이 반복되어 기린의 목이 현재와 같이 길어졌다.

12 ⑤ 사회진화학자들은 진화론의 개념을 사회에 적용하여 환경 적응에 유리한 변이를 갖지 못한 개체는 진화 과정에서 도태되는 것처럼 인종차별, 식민 통치와 같은 인간의 불평등이 자연스러운 것이라고 주장하게 되었다.

13 ㄱ. 자연 선택은 환경에 적응하기 유리한 형질이 선택되는 것으로, 환경이 달라지면 적응에 유리한 형질도 달라진다.
 ㄴ. 산업 혁명 이후에는 지의류가 사라져 진한 색깔의 나무 표면이 드러나 검은색 나방이 포식자에 잡아먹힐 확률이 낮으므로 검은색 변이가 증가할 것이다.
 ㄷ. 포식자의 눈에 잘 띄지 않는 변이가 생존에 유리하다.

14 같은 종의 개체 사이에서 나타나는 형질의 차이를 변이라고 하며, 변이는 주로 유전자의 차이에 의해 나타난다. 개체 사이의 유전자 차이는 오랫동안 축적된 돌연변이와 유성 생식 과정에서 생식세포의 다양한 조합으로 발생한다.

15 ㄱ. 낫 모양 적혈구가 나타나는 원인은 헤모글로빈 유전자에 생긴 돌연변이이다.
 ㄴ. 낫 모양 적혈구를 가진 사람은 정상 적혈구를 가진 사람에 비해 말라리아에 대한 저항성이 높다.
 ㄷ. 말라리아가 빈번하게 발생하는 지역에서는 낫 모양 적혈구가 생존에 유리한 형질이다.

16 ㄱ. 살충제에 대한 내성은 돌연변이와 같은 유전자의 변화에 의해 발생한다.
 ㄴ. 살충제가 사용되는 환경에서는 살충제 내성 해충이 살아남아 자손을 남길 가능성이 높기 때문에 그 비율이 점차 높아진다.
 ㄷ. 살충제에 대한 내성을 나타내는 유전자는 자손에게 전달된다.

17 ㄱ. (가)에서는 항생제 내성 세균이 자연 선택되었다.
 ㄴ. 환경이 변하면 자연 선택의 방향이 달라질 수 있으므로 항생제 내성 세균 집단이 계속 유지된다고 말할 수 없다.
 ㄷ. 집단에 없는 새로운 형질은 돌연변이에 의해 나타난다.

18 (가) 깃벌에 다양한 생물이 서식하는 것은 종 다양성이다.
 (나) 밀림에 숲, 강, 늪지 등이 존재하는 것은 생태계 다양성이다.
 (다) 사람마다 눈동자 색, 머리카락 모양 등이 조금씩 다른 것은 유전적 다양성이다.

19 ㄱ. 달팽이 껍데기 무늬가 개체마다 다른 것은 유전자의 차이에 의한 유전적 다양성이다.
 ㄴ. 껍데기 무늬와 같은 형질의 차이는 생존에 영향을 주어 자연 선택을 유발할 수 있다.
 ㄷ. 유전적 다양성이 높은 집단은 다양한 환경에서 살아남을 수 있는 개체가 있을 가능성이 높으므로 환경 변화에 안정적으로 대응할 수 있다.

20 종 다양성은 생물종이 다양할수록, 생물종이 균등하게 분포할수록 높다.

모범 답안 (1) (가) 4종, (나) 4종

(2) (나), 두 지역에 서식하는 생물종의 수와 개체 수는 같지만, 각 생물종이 차지하는 비율은 (나) 지역에서 더 균등하기 때문이다.

채점 기준		배점
(1)	(가), (나)의 생물종의 수를 옳게 쓴 경우	30 %
(2)	(나)라고 쓰고, 생물종의 수와 균등도를 포함하여 옳게 설명한 경우	70 %
	(나)라고만 쓴 경우	20 %

21 ㄱ. 모든 생물은 생명이 있다는 자체로 소중하며, 인류를 위해 존재하는 것은 아니다.
 ㄴ. 생물 다양성이 높을수록 이용할 수 있는 유전자 자원이 풍부해진다.
 ㄷ. 생물 다양성이 높을수록 인류가 생물에서 얻어 생활에 이용하는 생물 자원이 풍부해진다.

22 (가)는 유전적 다양성, (나)는 종 다양성, (다)는 생태계 다양성을 나타낸다.
 ㄱ. 유전적 변이의 증가는 유전적 다양성을 높이는 요인이다.
 ㄴ. 생물종이 다양할수록 먹이 그물이 복잡해져 생태계가 안정적으로 유지된다.
 ㄷ. 사막도 생태계의 하나이며, 사막을 비롯하여 생태계가 다양할수록 생태계 다양성이 높아진다.

23 (가) 과도한 개발을 위해 생물의 서식지를 파괴하는 것은 생물 다양성 감소의 가장 직접적인 원인이다.
 (나) 야생 동식물을 남획하거나 보호 동식물을 불법 포획하는 것은 생태계에 큰 변화를 주어 생물 다양성을 감소시킨다.
 (다) 원래의 서식지를 벗어나 다른 지역으로 유입된 외래종은 천적이 없을 경우 대량으로 번식하여 생물 다양성을 감소시킬 수 있다.

24 **모범 답안** • 야생 생물 보호 및 관리에 관한 법률을 제정하여 야생 생물과 그 서식지를 보호한다.

- 멸종 위기 종을 천연기념물로 지정하여 보호한다.
- 생물 다양성이 높은 지역을 국립 공원으로 지정하여 관리한다.
- 생태 통로 설치 등을 규정화하여 생태계를 보호한다.
- 외래종을 도입할 때에는 기존 생태계에 주는 영향을 철저히 검증한 후 도입한다.

채점 기준		배점
사회적·국가적 노력 두 가지를 옳게 설명한 경우		100 %
사회적·국가적 노력 한 가지를 옳게 설명한 경우		50 %

IV 환경과 에너지

1 생태계와 환경

보충 확인 문제

본문 110, 113, 117, 120쪽

- 1 (1) 군집 (2) 생태계 2 ㉠ 생산자, ㉡ 소비자, ㉢ 분해자
3 (1) 온도 (2) 물 (3) 빛(빛의 파장) 4 ㉠ 먹이 사슬, ㉡ 감소
5 (1) × (2) ○ (3) × 6 (1) ○ (2) ○ 7 (1) ○ (2) × (3) ○
8 (1) - ㉡ - ㉢ (2) - ㉠ - ㉢ (3) - ㉡ - ㉢ 9 (1) ○ (2) × (3) ○
10 (1) A : 전기 에너지, B : 빛에너지, C : 화학 에너지 (2) (가) ㄱ, (나) ㄴ, (다) ㄷ

- 3 (1) 변온 동물인 개구리는 겨울에 기온이 낮아지면 물질대사가 원활하게 일어나지 않아 겨울잠을 잔다.
(2) 육지에 사는 곤충의 몸 표면은 키틴질로 되어 있어 수분의 손실을 막는다.
(3) 바다의 깊이에 따라 도달하는 빛의 파장과 양이 다르며, 그에 따라 서식하는 해조류가 다르다.
- 4 생태계에서 에너지는 각 영양 단계의 생물들이 생명 활동을 하는 데 쓰이거나 열에너지로 방출되고 남은 것이 다음 단계로 이동하므로 상위 영양 단계로 갈수록 에너지량이 감소한다.
- 5 (1) 먹이 그물이 복잡할수록 생태계가 안정된다.
(3) 생산자의 수가 감소하면 생산자를 먹이로 하는 1차 소비자의 수도 감소한다.
- 6 (1) 현재 진행되고 있는 지구 온난화의 주요 원인은 화석 연료의 사용량 증가로 발생하는 대기 중 이산화 탄소의 양이 늘어났기 때문이다.
(2) 지구 온난화로 해수면 상승이 나타나고, 해수면 상승의 주요 원인은 빙하의 해빙과 해수의 열팽창이다.
- 7 (1) 20세기에 우리나라 평균 기온 상승률은 지구 평균 기온 상승률에 비해 약 2배 높게 나타났다.
(2) 우리나라는 현재 남해안 일부 지역에만 나타나는 아열대 기후가 21세기 말에는 산지 일부를 제외한 남부 지방 전역으로 확대될 것으로 예상된다.
- 9 (2), (3) 평상시에는 무역풍이 적도 부근 동태평양의 따뜻한 표층 해수를 서쪽으로 운반하여 서태평양의 수온이 높다. 무역풍이 평상시보다 약해지면 서태평양의 따뜻한 해수는 동쪽으로 이동하고, 이에 따라 동태평양의 표층 수온이 높아져 엘니뇨가 발생한다.

- 10 (1) 전동기는 전기 에너지(A)가 운동 에너지로 전환되는 예이고, 형광등은 전기 에너지가 빛에너지(B)로 전환되는 예이다. 반딧불이가 내는 빛은 반딧불이 몸속의 화학 물질에 의한 것이므로 화학 에너지(C)가 빛에너지로 전환된다.
(2) (가) 발전기는 역학적 에너지가 전기 에너지로 전환되는 예이다.
(나) 태양 전지는 빛에너지가 전기 에너지로 전환되는 예이다.
(다) 광합성은 빛에너지가 화학 에너지로 전환되는 예이다.

교과서에
없는

중단원 마무리 문제

본문 121~124쪽

- 1 ③ 2 ③ 3 ③ 4 ② 5 ③ 6 해설 참조 7 ⑤
8 해설 참조 9 ③ 10 ④ 11 ③ 12 ③ 13 ⑤
14 해설 참조 15 ② 16 ⑤ 17 ① 18 ②, ⑤ 19 ①
20 ㄴ, ㄷ 21 ④ 22 ③ 23 하이브리드 자동차

- 1 ① 독립적으로 생명 활동을 할 수 있는 하나의 생명체를 개체라고 한다.
② 개체군은 일정한 지역에 사는 동일한 종의 개체들의 무리이다.
③ 생태계는 강, 바다, 숲처럼 자연적으로 형성된 것도 있고, 논, 공원, 연못처럼 인위적으로 형성된 것도 있다.
④ 생태계의 구성 요소는 생산자, 소비자, 분해자의 생물적 요인과 물, 빛, 온도 등의 비생물적 요인이 있다.
⑤ 생태계에서 생물 군집과 환경 요인은 상호 작용 한다.
- 2 ㄱ. 가뭄에 따른 물 부족(비생물적 요인)이 옥수수(생물)의 성장에 영향을 주는 것은 ㉠에 해당한다.
ㄴ. 지렁이(생물)가 토양(비생물적 요인)의 통기성을 높이는 것은 ㉡에 해당한다.
ㄷ. 버섯은 분해자에 속한다.
- 3 ㄱ. 파장이 짧은 청색광이 가장 깊은 곳까지 도달한다.
ㄴ. 녹조류는 적색광을 주로 이용하여 바다의 얕은 곳에 많이 분포한다.
ㄷ. 바다의 깊이에 따라 도달하는 빛의 파장과 양이 다르며, 그로 인해 분포하는 해조류가 다르다.
- 4 (가) 곤충의 몸 표면은 키틴질로 되어 있어 수분이 손실되는 것을 막는다.
(나) 피꼬리과 노루의 생식은 일조 시간의 영향을 받는다.
(다) 곰이나 박쥐는 추운 겨울이 되면 먹이가 부족하여 겨울잠을 잔다.
(라) 단풍나무는 기온이 낮아지는 가을에 단풍이 들고 낙엽이 진다.

- 5 가. 식물 플랑크톤은 광합성을 하는 생산자이다.
 나. 고등어는 동물 플랑크톤을 먹는 2차 소비자이면서 멸치를 먹는 3차 소비자이다.
 다. 멸치는 4개보다 더 많은 먹이 사슬에 연결되어 있다.

- 6 포유류는 서식지의 기온에 따라 몸집과 몸 말단부의 크기가 달라 추운 지방에 사는 동물일수록 몸집은 크고, 몸 말단부의 크기는 작아지는 경향이 있다.

모범 답안 추운 곳에 사는 여우는 몸집이 크고 귀의 크기가 작아 외부로 열이 방출되는 것을 줄일 수 있고, 더운 곳에 사는 여우는 몸집이 작고 귀의 크기가 커 외부로 열을 많이 방출시킬 수 있다.

채점 기준	배점
몸집과 귀의 크기를 사는 곳의 기온 및 열의 방출과 관련 지어 옳게 설명한 경우	100 %
몸집과 귀의 크기를 사는 곳의 기온이나 열의 방출 중 하나만 관련지어 설명한 경우	50 %

- 7 가. A는 3차 소비자, B는 2차 소비자, C는 1차 소비자이다.
 나. B의 에너지량은 C(200)보다 적고, A(4)보다 많다.
 다. 일반적으로 각 영양 단계의 에너지량, 개체 수, 생물량을 생산자부터 순서대로 쌓아 올리면 피라미드 형태를 나타낸다.

- 8 종 다양성이 낮은 생태계는 어느 한 생물종이 사라지면 그 생물종과 먹고 먹히는 관계를 맺는 생물이 직접 영향을 받기 때문에 생태계 평형이 깨지기 쉽다. 그러나 종 다양성이 높은 생태계는 어느 한 생물종이 사라져도 대체할 수 있는 생물종이 있기 때문에 생태계 평형이 잘 깨지지 않는다.

모범 답안 (나), (가)에서는 쥐가 없으면 매의 먹이가 뱀밖에 없지만, (나)에서는 쥐가 없어져도 매는 뱀과 개구리를 먹을 수 있으므로 (가)보다 영향을 덜 받는다.

채점 기준	배점
(나)라고 쓰고, 매에게 미치는 영향을 다른 생태계와 비교하여 옳게 설명한 경우	100 %
(나)라고 쓰고, 매에게 미치는 영향을 다른 생태계와 비교하지 않고 설명한 경우	60 %
(나)라고만 쓴 경우	20 %

- 9 1차 소비자의 감소 → 생산자의 증가와 2차 소비자의 감소 → 1차 소비자의 증가 → 생산자의 감소와 2차 소비자의 증가로 생태계 평형 회복

- 10 A. 사람은 생태계의 일원으로서 생태계와 동떨어져 살 수 없다.
 B. 생물 다양성이 높을수록 생태계 평형이 잘 유지된다.
 C. 사람은 생물로부터 여러 가지 자원을 얻어 살아가며, 생물 다양성이 높을수록 생물 자원이 풍부해진다.

- 11 가. 복사 평형 상태에서는 에너지 흡수량과 방출량이 같다.
 나. (나) 대기가 있을 때 지표에서 방출된 에너지는 대기가 흡수한 후 지표면으로 재방출되므로 지구의 평균 온도는 (나)가 (가)보다 높다.

다. 대기 중 이산화 탄소의 양이 증가하면 대기에 의해 흡수 및 재방출되는 에너지의 양이 증가하므로 지표면에 흡수되는 A의 양은 증가한다.

- 12 지구 온난화가 발생하면 평균 해수면은 상승하고 육지의 면적은 감소한다. 또, 빙하가 용해되어 대륙 빙하의 면적은 감소하고 극 지역의 반사율도 감소한다. 말라리아와 같은 열대성 질병의 발생 범위가 넓어진다.

- 13 ① 지구 온난화로 우리나라의 연평균 기온은 점차 상승하고 있다.

②, ③ 연평균 강수량은 증가하고 있으며, 여름이 길어지고 겨울은 짧아지고 있다.

④ 해수의 온도가 상승하여 한류성 어종의 어획량이 줄어들고 있다. 대표적인 한류성 어종이었던 명태는 더 이상 우리나라에서 잡히지 않는다.

⑤ 우리나라의 경우 평균 기온의 상승으로 아열대 작물의 경작지가 북상하고 있다.

- 14 지구는 등글기 때문에 지구로 들어오는 태양 복사 에너지는 위도에 따라 차이가 난다. 저위도에서는 태양 복사의 입사량이 지구 복사의 방출량보다 많아 에너지가 남고, 고위도에서는 태양 복사의 입사량이 지구 복사의 방출량보다 적어 에너지가 부족하다. 하지만 대기와 해수의 순환으로 저위도의 남는 에너지가 고위도로 이동하므로 지구는 복사 평형을 이루게 된다.

모범 답안 저위도의 남는 에너지는 대기와 해수의 순환으로 고위도로 이동하므로 지구 전체로는 복사 평형을 이루어 연평균 기온이 일정하게 유지된다.

채점 기준	배점
에너지의 이동과 복사 평형까지 설명한 경우	100 %
저위도의 남는 에너지가 고위도로 이동한다고만 설명한 경우	50 %

- 15 ① 엘니뇨 시기에 무역풍은 약해진다.

② 엘니뇨 시기에는 서쪽으로 이동하는 해수의 양이 줄어들기 때문에 동태평양에 심해의 찬 해수가 올라오는 용승은 약해진다.

③ 엘니뇨 시기에는 무역풍이 약해져 서쪽으로 이동하는 해수의 양이 감소하여 용승이 약해지므로 동태평양의 평균 수온이 평년보다 높아진다.

④ 엘니뇨 시기에는 서쪽으로 이동하는 해수의 양이 줄어들기 때문에 동서 방향의 해수면 경사는 완만해진다.

⑤ 평년에는 동태평양에서 용승이 나타나므로 좋은 어장이 형성되지만 엘니뇨 시기에는 용승이 약해져 어장이 황폐화된다.

- 16 ㄱ. 평상시에 비해 엘니뇨 발생 시 무역풍이 약하다.
 ㄴ. 엘니뇨가 발생하면 동태평양 연안에서 심해의 찬 해수가 표면으로 이동하는 양이 감소하므로 동태평양 해역의 표층 수온이 상승한다.
 ㄷ. 평상시는 서태평양 해역의 수온이 높아 서태평양 해역 부근에 상승 기류가 발달하여 강수량이 많지만, 엘니뇨 발생 시 동태평양 해역의 수온이 상승하므로 동태평양 해역의 강수량은 증가하며 서태평양 지역의 강수량은 감소한다.
- 17 인구 증가에 따라 삼림과 초원이 파괴되고, 땅이 황폐화되어 나타나는 지구 환경 변화는 사막화에 해당한다.
- 18 ①, ② 에너지는 일을 할 수 있는 능력으로, 한 상태에서 다른 여러 형태의 에너지로 전환될 수 있다.
 ⑤ 에너지를 절약해야 하는 까닭은 에너지가 전환될 때 다 시 유용하게 사용할 수 없는 상태로 전환되기 때문이다.
- 19 ㄱ. 휴대 전화 배터리가 충전되는 과정에서 전기 에너지가 화학 에너지로 전환된다.
 ㄴ. 휴대 전화 스피커에서는 전기 에너지가 소리 에너지로 전환된다.
 ㄷ. 배터리의 열 등으로 휴대 전화에서 에너지 손실이 일어나므로 에너지 효율은 100 %보다 작다.
- 20 ㄱ. 대기 전력은 가전제품을 사용하지 않는 대기 상태에서 소비되는 전력을 말한다. 따라서 에너지 효율을 높이기 위해서는 대기 전력이 작은 제품을 개발해야 한다.
 ㄴ. 에너지 자급 주택은 에너지 효율이 높은 미래형 주택이므로 개발하고 보급해야 한다.
 ㄷ. 에너지 소비 효율 등급 표시 제도는 에너지 효율이 높은 제품을 소비자들이 쉽게 알아보고 선택할 수 있도록 하는 제도이다.
- 21 에너지 보존 법칙에 따라 $Q_1 = 120 \text{ kJ} + 40 \text{ kJ} = 160 \text{ kJ}$ 이다. 따라서 열기관이 외부에 40 kJ의 일을 하므로, 열효율 $e = \frac{W}{Q_1} \times 100 = \frac{40 \text{ kJ}}{160 \text{ kJ}} \times 100 = 25 \%$ 이다.
- 22 열효율이 25 %이므로 열기관이 하는 일 $W = Q_1 \times e = 200 \text{ kJ} \times 0.25 = 50 \text{ kJ}$ 이다.
- 23 열기관과 전기 모터를 함께 사용하여 에너지 효율을 높인 자동차를 하이브리드 자동차라고 한다. 하이브리드 자동차는 운행 중 버려지는 에너지를 전기 에너지로 전환하여 사용한다.

2 발전과 신재생 에너지

보충 확인 문제

본문 127, 129, 131, 133, 135쪽

1 N극을 코일에서 빼는 순간, S극을 코일 속에 넣는 순간 2

(1) ㉠ (2) ㉡ (3) ㉢ 3 $\frac{1}{2}$ 배, $\frac{1}{4}$ 배 4 $\frac{1}{2}N$ 5 (1) $\times$ (2) $\bigcirc$
 (3) $\times$ 6 (1) ㉢ 열, ㉠ 운동 (2) ㉢ 빛, ㉠ 전기 (3) ㉢ 열, ㉠ 퍼텐셜 7 (1) $\bigcirc$ (2) $\bigcirc$ (3) $\times$ (4) $\times$ 8 (1) $\times$ (2) $\bigcirc$ (3) $\times$
 9 ㉠ 수소, ㉡ 산소, ㉢ 물

- 1 자석의 극을 바꾸거나, 자석의 운동 방향을 바꾸면 유도 전류의 방향이 반대가 된다.
 코일 속에 자석의 N극을 넣는 순간 검류계 바늘이 오른쪽으로 움직였다면, 코일 속에서 자석의 N극을 빼거나 코일 속에 자석의 S극을 넣는 순간 검류계 바늘이 왼쪽으로 움직인다.
- 2 화력 발전은 화석 연료의 화학 에너지를 이용하고, 수력 발전은 물의 중력 퍼텐셜 에너지를 이용한다. 핵발전은 우라늄의 핵에너지를 이용한다.
- 3 전력($P=VI$)은 전압과 전류의 곱으로 구한다. 따라서 송전 전력이 같을 때 송전 전류는 송전 전압에 반비례하므로, 송전 전압을 2배로 하면 송전 전류는 $\frac{1}{2}$ 배가 된다. 또한 손실 전력은 전류의 제곱에 비례하므로 $\frac{1}{4}$ 배가 된다.
- 4 변압기에서 1차 코일에 걸리는 전압과 2차 코일에 유도되는 전압의 비는 1차 코일과 2차 코일의 감은 수의 비와 같다.
- 5 (1), (3) 수소 핵융합 반응은 태양 내부에서 일어나며, 단계별 융합 과정을 거쳐 헬륨 원자핵이 생성된다.
 (2) 핵반응 과정에서 질량 결손에 의해 반응 전 질량의 합보다 반응 후 질량이 더 작고, 전하량과 질량수는 보존된다.
- 6 (1) 바람 : 태양의 열에너지를 흡수한 대기가 기압 차에 의해 이동하는 것이 바람이다. 바람은 운동 에너지를 가지고 있다.
 (2) 태양 전지 : 태양의 빛에너지를 직접 전기 에너지로 전환한다.
 (3) 증발된 물과 구름 : 태양의 열에너지를 흡수한 물은 증발하여 높은 곳의 구름이 되고, 구름은 퍼텐셜 에너지를 가지게 된다.
- 7 (1) 우라늄의 핵분열 시에는 중성자가 2~3개와 에너지가 방출된다.

- (2) 제어봉은 연쇄 반응에서 방출되는 중성자를 흡수하여 반응에 참여하는 중성자의 수를 줄이는 역할을 한다.
 (3) 태양광 발전에서는 빛에너지를 직접 전기 에너지로 전환하므로 전자기 유도 현상을 이용하지 않는다.
 (4) 풍력 발전은 바람이 많이 부는 곳에 설치해야 하므로 설치 장소에 제한이 있다.

- 8 (1) 기존에 사용하지 않았던 새로운 에너지를 신에너지라고 한다.
 (3) 조력 발전은 밀물과 썰물 때 해수면의 높이차가 생기는 것을 이용하여 전기 에너지를 얻는 기술이다. 파도의 상하 및 좌우 운동을 이용하여 전기 에너지를 생산하는 것은 파력 발전이다.
- 9 수소 연료 전지의 (-)극에서는 수소가 전자를 잃고 수소 이온(H^+)으로 산화되고, (+)극에서는 산소가 전자를 얻고 환원되면서 H^+ 과 반응하여 물을 생성한다. 수소 연료 전지의 최종 생성물은 물이므로 환경 오염 물질을 배출하지 않는다.

교과서에
없는

중단원 마무리 문제

본문 136~139쪽

- 1 ㉠ 유도 전류, ㉡ 유도 기전력 2 ㉢ 3 ㉠ 4 ㉣
 5 ㉣ 6 지능형 전력망(스마트 그리드) 7 ㉣ 8 ㉤
 9 ㉢ 10 ㉣ 11 ㉠ 12 ㉡ 13 ㉢ 14 해설 참조
 15 ㉢ 16 ㉡ 17 ㉠ 18 ㉠ 19 ㉤ 20 ㉣
 21 ㉢ 22 ㉤

- 1 전자기 유도에 의해 흐르는 전류를 유도 전류, 전자기 유도에 의해 전류를 흐르도록 하는 전압을 유도 기전력이라고 한다.
- 2 ㄱ. 자석을 정지시키면 코일을 통과하는 자기장의 세기가 변하지 않는다. 따라서 유도 전류가 흐르지 않으므로 검류계 바늘이 가운데를 가리킨다.
 ㄴ. 자석의 극과 운동 방향이 모두 바뀌었으므로 전류의 방향은 N극을 넣을 때와 같다.

ㄷ. 패러데이 법칙에 따라 자석의 속력이 빠르면 자기장의 변화가 크므로 더 큰 유도 기전력이 생긴다. 따라서 검류계 바늘이 움직이는 폭이 커진다.

- 3 ① 변전소는 전기 에너지를 보낼 때 변압기를 이용하여 필요에 따라 전압을 바꾸어 주는 장소로, 전압을 변화시키는 역할을 한다.
- 4 ㄱ. 전자석은 전류가 흐를 때 생기는 자기장에 의해 철이 자기화되는 성질을 이용한 것으로, 전자기 유도를 이용하지 않는다.
 ㄴ, ㄷ. 발광 바퀴와 발전기는 전자기 유도를 이용한다.
 ㄷ. 태양 전지는 빛을 비출 때 전류가 흐르는 성질을 이용한 것으로, 전자기 유도를 이용하지 않는다.
- 5 ④ 복잡한 전력 송전망은 송전선로에 문제가 생겼을 때 전력을 우회하여 송전할 수 있는 장점이 있다.
- 6 소비자와 공급자가 정보 통신 기술을 이용하여 실시간으로 전력에 대한 정보를 주고받는 기술을 지능형 전력망(스마트 그리드) 기술이라고 한다.
- 7 ㄱ. 수소 핵융합 반응은 온도가 매우 높은 태양 중심부에서 일어난다.
 ㄴ. 핵융합 반응이 계속 일어나면서 수소 원자핵의 양은 점점 줄어든다.
 ㄷ. 핵융합 반응 시 질량 결손이 발생하여 에너지로 전환된다. 즉, 반응 전 수소 원자핵 4개의 질량 합은 반응 후 생성된 헬륨 원자핵의 질량보다 크다.
- 8 ㄱ, ㄷ. 구성 입자들이 헬륨 원자핵을 생성할 때 질량 결손이 발생하며, 이것이 에너지로 전환된다. 따라서 양성자 2개와 중성자 2개의 질량의 합은 4.0320 u이지만, 헬륨 원자핵의 질량은 이보다 작다.
 ㄴ. 원자 질량 단위가 클수록 질량이 크므로 양성자의 질량은 중성자의 질량보다 작다.
- 9 ㄱ. 중수소와 3중 수소는 바닷물에 풍부하여 핵융합 발전의 연료로 사용된다.
 ㄴ. 중수소는 양성자 1개와 중성자 1개로 이루어져 있고, 3중 수소는 양성자 1개와 중성자 2개로 이루어져 있다. 따라서 3중 수소의 양성자 수는 중수소와 같고, 중성자 수는 중수소보다 1개 더 많다.
 ㄷ. 에너지가 발생하는 것은 질량 결손 때문이다.
- 10 ㄱ. 적도 지역은 태양 복사 에너지 흡수량이 지구 복사 에너지 방출량보다 커서 에너지 과잉 상태가 된다.
 ㄴ. 적도 지역은 태양의 고도가 높아서 태양 복사 에너지 흡수량이 극 지역보다 크다.

ㄷ. 지역에 따른 에너지 불균형으로 인해 대기와 해수의 순환이 일어나며, 이를 통해 에너지 평형이 이루어진다.

11 ① 지진은 지구 내부의 에너지가 방출되는 과정에서 나타나는 현상으로, 태양 에너지와는 관계가 없다.

12 ㄱ. 핵분열을 일으키는 우라늄의 질량수는 235이다.
 ㄴ. 핵분열 시 방출되는 중성자는 빠르기 때문에 감속재로 속력을 느리게 만들어야 연쇄 반응을 일으킬 수 있다.
 ㄷ. 에너지가 방출되는 것은 반응 과정에서 질량 결손이 발생하기 때문이다.

13 ㄱ. 원자로에서는 핵분열 반응에서 발생하는 질량 결손이 열에너지로 전환되어 방출된다.
 ㄴ. 제어봉이 없으면 연쇄 반응이 일어나지 않는 것이 아니라, 중성자를 흡수할 수 없어 연쇄 반응의 속도를 조절할 수 없게 된다.
 ㄷ. 증기의 힘으로 터빈을 회전시키면 전자기 유도에 의해 전기 에너지가 생산된다.

14 **모범 답안** 핵분열 시 방출되는 빠른 중성자를 느리게 한다.

채점 기준	배점
핵분열 시 방출되는 빠른 중성자를 느리게 한다고 옳게 설명한 경우	100 %
중성자의 속력을 조절한다고 설명한 경우	60 %

15 ③ 태양 전지는 빛에너지를 직접 전기 에너지로 전환하므로 전자기 유도 현상을 이용하지 않는다.

16 ㄱ, ㄷ. 발전기는 전자기 유도에 의해 운동 에너지를 전기 에너지로 전환한다. 전자기 유도에 의해 생산되는 전기 에너지는 교류이다.
 ㄴ. 풍력 발전소는 바람이 잘 불고 자연 경관이나 동물에 피해를 입히지 않는 장소에 설치해야 한다.

17 ㄱ. A는 화력 발전으로, 환경 오염을 일으킨다.
 ㄴ. B는 태양광 발전으로, 날씨의 영향을 받는다.
 ㄷ. C는 핵발전, D는 풍력 발전이다. C는 재생이 불가능한 에너지원(우라늄)을 사용하고, D는 재생이 가능한 에너지원을 사용한다.

18 (가)는 수소 연료 전지, (나)는 핵발전, (다)는 조력 발전에 해당한다.
 ㄱ. 수소 연료 전지는 수소가 산화되어 물을 생성하므로 환경 오염 물질을 배출하지 않는 청정 연료이다.
 ㄴ. 지열 에너지는 땅속에 있는 고온의 지하수나 수증기를 끌어올려 온수와 난방에 이용하거나 터빈을 돌려 전기를 생산한다.
 ㄷ. 파력 발전은 파도가 밀려와서 수면이 높아지면 발전기 안의 공기가 압축되면서 터빈을 돌려 에너지를 생산한다.

19 A는 조력 발전, B는 태양 에너지, C는 파력 발전, D는 연료 전지에 해당한다.

ㄱ. 바닷물을 이용한 해양 에너지는 A와 C에 해당한다.
 ㄴ. 태양 에너지는 에너지 고갈의 우려가 없지만 계절이나 시간의 영향을 많이 받는다.
 ㄷ. 연료 전지는 연료의 화학 에너지가 전기 에너지로 직접 전환되므로 여러 단계의 에너지 전환 과정을 거치는 화력 발전에 비해 에너지 효율이 높다.

20 ㄱ. 전기 분해 생성물은 수소와 산소이고, 수소 연료 전지 생성물은 물이다. 즉, 전기 분해의 반응물이 수소 연료 전지의 생성물이다.

ㄴ. 물을 전기 분해 하면 (+)극에서 물이 전자를 잃어 산화되면서 산소 기체가 발생하고, (-)극에서 물이 전자를 얻어 환원되면서 수소 기체가 발생한다. 한편 수소 연료 전지는 (-)극에서 수소가 전자를 잃어 산화되고, (+)극에서 산소가 전자를 얻어 환원되면서 물이 생성된다. 따라서 물의 전기 분해와 수소 연료 전지는 전자를 잃고 얻는 산화 환원 반응이다.

ㄷ. 순수한 물은 전기가 통하지 않으므로 약간의 전해질을 넣어 주어야 한다.

21 ㄱ, ㄴ. (-)극에서는 수소가 전자를 잃어 산화되고, (+)극에서는 산소가 전자를 얻어 환원된다.

ㄷ. 수소가 내놓은 전자는 회로를 따라 (-)극에서 (+)극으로 이동하며 전류가 흐르게 된다.

22 지속 가능한 친환경 에너지 도시를 설계하기 위해서는 다음과 같은 노력을 해야 한다.

- ① 건물 외벽에 단열 효과가 큰 단열재를 사용하여 건물의 에너지를 외부로 빼앗기지 않게 한다.
- ② 열병합 발전소에서 폐기물을 태워 에너지를 생산한다.
- ③ 가정용 유리창은 가급적 3중창으로 하여 열손실을 막고, 채광이 잘 되도록 넓은 창을 사용하여 태양 에너지를 최대한 이용한다.
- ④ 각 가정의 지붕에 설치된 태양광 패널을 이용해 필요한 전기 에너지를 얻는다.
- ⑤ 이산화 탄소의 배출을 줄이기 위해 자전거를 이용하거나 전기 자동차의 보급을 확대한다.



I-1-01. 우주의 시작과 원소의 생성

본문 142~144쪽

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

- 01 가. 빅뱅 우주론에 따르면 우주가 팽창함에 따라 우주의 부피가 증가하면서 우주의 밀도는 감소한다.
나. 우주가 팽창함에 따라 우주의 평균 온도가 감소한다.
다. 우주의 팽창으로 모든 은하들 사이의 거리가 멀어진다.
- 02 가. 전자는 빅뱅이 시작된 직후 만들어진 기본 입자로 (가) 양성자와 중성자보다 먼저 나타났다.
나. 빅뱅 이후 우주가 팽창하면서 우주의 온도는 낮아졌다.
다. 우주는 빅뱅 이후 현재까지 팽창을 계속하고 있다.
- 03 ①, ④ 원자핵의 질량은 원자 질량의 대부분을 차지하며, 원자에서 양성자와 전자의 수가 같으므로 원자는 전기적으로 중성이다.
② 원자는 (+)전하를 띠는 원자핵이 중심에 있고, 그 주변에 (-)전하를 띠는 전자가 회전하고 있다.
③, ⑤ 원자핵은 양성자와 중성자로 이루어져 있으며 양성자와 중성자는 쿼크로 이루어져 있다.
- 04 가. 원자핵은 양성자와 중성자로 구성되어 있으며, 양성자와 중성자의 질량은 거의 같다.
나. 양성자의 전하량을 +1이라고 할 때 중성자는 0, 전자는 -1이다. 따라서 양성자와 전자의 전하량은 크기는 같고, 부호는 반대이다.
다. 전자의 질량은 양성자와 중성자에 비해 $\frac{1}{1837}$ 로 가볍기 때문에 양성자와 중성자로 구성된 원자핵의 질량은 원자 질량의 대부분을 차지한다.
- 05 가. 원자는 (+)전하를 띤 원자핵과 (-)전하를 띤 전자가 결합하여 형성되었다.
나. 우주 팽창으로 우주 온도가 3000 K 정도로 낮아졌을 때 원자핵과 전자가 결합하여 원자가 형성되었다.
다. 탄소 원자와 같은 무거운 원소는 별 내부의 핵융합 반응을 통해 형성된다.
- 06 빅뱅 후 우주의 온도가 약 3000 K였을 때 방출되었던 빛이 우주의 팽창으로 냉각되어 현재 약 3 K 복사로 관측되는데, 이를 우주 배경 복사라고 한다.
- 07 가. 빅뱅 이후 우주 팽창으로 우주의 크기는 증가하였다.
나. 우주 배경 복사는 원자가 형성된 A 시기에 방출되었다.
다. 빅뱅 이후 우주의 팽창으로 우주의 온도는 계속 하강하였다. 따라서 우주의 온도는 B 시기보다 현재가 더 낮다.

- 08 가, 나. (나) 시기에는 우주의 온도가 높아 원자핵과 전자가 결합할 수 없었으나 우주의 온도가 낮아지면서 (가) 시기에 원자핵과 전자가 결합하여 수소 원자와 헬륨 원자가 생성되었다.

다. (가) 시기에 우주는 투명한 상태가 되면서 빛이 자유롭게 진행하게 되었고, 이 시기에 방출된 빛이 현재 전 우주에서 관측되는 3 K 마이크로파(우주 배경 복사)의 근원이다.

- 09 우주의 팽창으로 우주의 온도가 냉각되어 3000 K가 되면서 자유 전자가 양성자 및 헬륨 원자핵과 결합하여 각각 수소 원자와 헬륨 원자가 만들어진다. 이때 우주 전체에 균일하게 퍼져 나간 빛이 우주 배경 복사이다. 따라서 우주 배경 복사가 만들어진 시기는 전자가 원자핵과 결합하여 원자를 형성하였을 때이다.
- 10 빅뱅이 일어난 지 약 3분이 지났을 무렵에는 헬륨 원자핵이 형성되었다. 수소 원자핵은 양성자이므로 3분 이전부터 이미 존재하여 3분이 지났을 무렵에도 있었다. 수소 원자와 헬륨 원자는 빅뱅 이후 약 38만 년이 지난 후부터 전자가 원자핵과 결합하면서 원자가 형성되기 시작하였다.
- 11 나. 빅뱅으로부터 약 38만 년이 지난 후 우주에 퍼진 빛이 현재 3 K 마이크로파로 검출되는데, 우주 어느 방향에서나 관측된다. 이를 우주 배경 복사라고 하며, 빅뱅 우주론의 결정적 증거가 된다.
- 12 가. (가) 과정과 같이 전자가 바깥쪽 궤도로 이동하면 에너지를 흡수한다.
나. (나) 과정에서 방출된 빛에 해당하는 파장이 스펙트럼에서 밝은색으로 나타나므로 방출 스펙트럼이 나타난다.
다. 수소 원자의 전자는 안쪽 궤도에 있을수록 안정한 상태이다.
- 13 가. (가)는 빛이 넓은 파장에 걸쳐 연속적으로 나타나므로 연속 스펙트럼이다.
나. (나)에서는 불연속적인 방출선들이 나타난다.
다. 별빛을 분광기로 관측하면 (나)와 같은 선 스펙트럼이 나타난다.
- 14 빅뱅 우주론에서는 우주가 팽창하는 동안 초기의 질량을 일정하게 유지하면서 부피가 증가한다. 따라서 우주의 밀도는 감소하고, 우주의 평균 온도도 감소한다.

모범 답안 우주가 팽창하면서 우주의 평균 밀도와 우주 배경 복사 온도는 감소하지만 우주 전체의 질량은 변하지 않는다.

채점 기준	배점
평균 밀도, 질량, 우주 배경 복사 온도를 모두 옳게 설명한 경우	100%
3가지 물리량 중 2가지만 옳게 설명한 경우	70%
3가지 물리량 중 1가지만 옳게 설명한 경우	30%

- 15 ㄱ. 빅뱅 초기에는 양성자와 중성자의 개수가 비슷하였지만 헬륨 원자핵의 형성 직전에는 양성자수 : 중성자수 = 7 : 1로 양성자가 중성자보다 많았다.
 ㄴ. 헬륨 원자핵이 형성되는 시기는 빅뱅 이후 3분 정도 지났을 때이다. 빅뱅 이후 38만 년에는 헬륨 원자가 형성되는 시기이다.
 ㄷ. 수소 원자핵과 헬륨 원자핵의 개수비가 12 : 1이고, 헬륨 원자핵의 질량이 수소 원자핵의 질량보다 4배 무거우므로 전체 수소 원자핵과 헬륨 원자핵의 질량비는 12 : 4, 즉 3 : 1이다.
- 16 ㄱ. 3 K 우주 배경 복사는 가모프가 주장한 빅뱅 우주론의 주장을 뒷받침하는 증거이다.
 ㄴ. 우주에 존재하는 수소와 헬륨의 질량비는 3 : 1이며, 이는 빅뱅 우주론의 증거가 된다.
 ㄷ. 가모프의 빅뱅 우주론과 호일의 정상 우주론 모두 우주가 팽창하기 때문에 은하들은 서로 멀어진다고 설명하고 있다.

I-1-02. 지구와 생명체를 이루는 원소의 생성

본문 145~146쪽

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

- 01 ② 지구의 지각에는 산소와 규소가 많지만 핵에는 철과 니켈이 많으므로 지구 전체로 볼 때에는 철이 가장 많다.
- 02 지구에 가장 많은 원소는 철과 산소이고, 사람에게 가장 많은 원소는 산소이다.

모범 답안 (1) (가) 지구 (나) 사람 (2) A : 철, B : 산소, C : 산소

	채점 기준	배점
(1)	(가)와 (나)를 모두 옳게 설명한 경우	50 %
(2)	A, B, C를 모두 옳게 설명한 경우	50 %

- 03 ④ 원시별의 중심 온도가 1000만 K 이상으로 높아지면 수소 핵융합 반응이 시작되면서 주계열성이 된다.
- 04 ㄱ. A는 수소, B는 헬륨이다. 수소 핵융합 반응은 수소의 양성자 4개가 반응하여 헬륨 1개를 만드는 것이다.
- 05 ㄱ. 이 별의 중심에 철이 생성되었으므로, 질량은 태양 질량의 10배 이상이다.
 ㄴ. 질량이 태양 질량의 10배 이상인 별이므로 마지막 단계는 초신성 폭발로 생겨난 중성자별 또는 블랙홀이다.
 ㄷ. 별의 중심에서는 온도가 높아짐에 따라 핵융합 반응이 일어나 수소가 헬륨, 헬륨이 탄소, 탄소가 산소와 네온으로

점점 무거운 원소를 만들다가 결국 규소가 철을 만들고 나면 핵융합 반응이 멈춘다.

- 06 ㄱ. 초신성 폭발 후 중심핵이 남아 중성자별이나 블랙홀이 된다.
 ㄴ. 초신성 잔해는 질량이 태양 질량보다 10배 이상인 별이 초거성을 거쳐 폭발한 후 형성된 것이다.
 ㄷ. 초신성 폭발 과정에서 고에너지가 방출되어 우라늄, 납 등 철보다 무거운 원소가 만들어져 성간 물질을 이룬다.
- 07 ③ 성운이 수축하면서 회전하면 회전 속도가 빨라지면서 물질이 회전축에 수직인 방향으로 퍼져 나가 납작한 원반 모양이 된다.
- 08 ㄱ. A 시기에 미행성의 충돌이 활발하여 지구의 크기와 질량과 온도가 증가한다.
 ㄴ. 대기 중의 산소는 해양 조류 식물들의 광합성으로 증가하였다.
 ㄷ. B 시기(마그마의 바다)에서 밀도 차이 때문에 물질이 이동하여 핵과 맨틀이 분리된다.
- 09 (나) 원시 지구에 미행성체가 충돌하여 발생한 열로 지구의 물질이 녹아 마그마 바다가 형성되었다. (다) 마그마 바다에서 무거운 물질은 중심으로 가라앉아 핵을 형성하였고, 상대적으로 가벼운 물질은 떠올라 맨틀을 형성하였다. (가) 미행성 충돌이 줄어들면서 지구 표면이 식어 원시 지각이 형성되었다.
- 10 ㄱ. 원시 해양은 원시 지각이 생성된 이후에 만들어졌다.
 ㄴ. 마그마의 바다가 형성된 후 B 과정에서 밀도가 큰 철 성분이 지구 내부로 가라앉아 핵을 형성하였다.
 ㄷ. 미행성체의 충돌이 줄어들면서 지표의 온도는 하강하였다.

I-1-03. 원소들의 주기성

본문 147~148쪽

01 ③ 02 ② 03 ② 04 (1) 해설 참조 (2) 해설 참조
 05 알칼리 금속 : (가), (나), 할로젠 : (다), (라) 06 ㄱ, ㄴ 07 ①, ⑤ 08 ③ 09 해설 참조 10 (1) A : 2주기 16족, B : 3주기 2족, C : 3주기 17족 (2) 금속 원소 : B, 비금속 원소 : A, C 11 ④

- 01 ㄱ. 같은 족 원소는 같은 세로줄에 위치한 원소로, 원자가 전자 수가 같다.
 ㄴ. 같은 주기 원소는 같은 가로줄에 위치한 원소로, 전자가 들어 있는 전자 껍질 수가 같다.
 ㄷ. 현대의 주기율표는 원소를 원자 번호 순으로 나열한 것이다.

ㄹ. 주기율표의 세로줄을 족이라고 하며, 같은 족 원소는 화학적 성질이 비슷하다.

- 02** ㄱ. A는 원자가 전자 수가 7인 할로젠으로 비금속 원소이고, B는 원자가 전자 수가 2인 금속 원소이다.
 ㄴ. B는 전자가 들어 있는 전자 껍질 수가 3이고, 원자가 전자 수가 2인 Mg으로 3주기 2족 원소이다.
 ㄷ. A와 C는 원자가 전자 수가 같으므로 화학적 성질이 비슷하다.

- 03** ㄱ. A는 수소이고, C는 나트륨으로 원자가 전자 수는 1로 같지만, 수소는 비금속 원소이다.
 ㄴ. B는 2주기 원소이므로 전자가 들어 있는 전자 껍질 수는 2이다.
 ㄷ. D는 17족 원소로 원자가 전자 수가 7이다.

- 04** 알칼리 금속은 반응성이 매우 커서 공기 중의 산소와 빠르게 반응하며, 실온에서도 물과 격렬하게 반응한다.

모범 답안 (1) 단면의 광택이 빠르게 사라진다. 알칼리 금속은 반응성이 커서 공기 중의 산소와 빠르게 반응하기 때문이다.
 (2) 기체가 발생하고, 페놀프탈레인 용액이 붉게 변한다. 수산화 이온이 생성되어 용액이 염기성을 띠기 때문이다.

채점 기준		배점
(1)	변화를 쓰고, 그 까닭을 옳게 설명한 경우	50 %
	변화만 옳게 쓴 경우	25 %
(2)	변화를 쓰고, 그 까닭을 옳게 설명한 경우	50 %
	변화만 옳게 쓴 경우	25 %

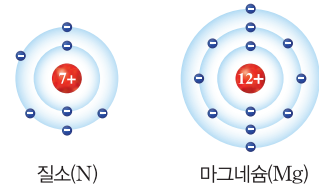
- 05** 휴대 전화 배터리에 사용되는 (가)는 리튬, 터널 안의 조명에 사용되는 (나)는 나트륨이다. 충치 예방용 치약에 사용되는 (다)는 플루오린, 수영장 물의 소독제로 사용되는 (라)는 염소이다.

- 06** ㄱ. A는 리튬, B는 나트륨, C는 칼륨으로 원자가 전자 수가 1로 같다.
 ㄴ. 알칼리 금속이 물과 반응한 용액은 염기성을 나타낸다.
 ㄷ. 전자가 들어 있는 전자 껍질 수는 A는 2, B는 3, D는 4이다.

- 07** ① 할로젠의 반응성은 원자 번호가 작을수록 크므로 플루오린이 가장 크다.
 ② 플루오린, 염소는 실온에서 기체 상태, 브로민은 실온에서 액체 상태로 존재한다.
 ③ 원자가 전자 수는 7로 모두 같다.
 ④ 같은 주기 원소 중 원자 번호가 가장 큰 것은 18족 원소이다.
 ⑤ 플루오린은 2주기, 염소는 3주기, 브로민은 4주기 원소이므로 전자가 들어 있는 전자 껍질 수는 각각 2, 3, 4이다.

- 08** ㄱ. 전자는 원자핵에 가까운 ①부터 먼저 배치된다.
 ㄴ. 원자핵에 가까울수록 전자 껍질의 에너지 준위가 작다.
 ㄷ. ①에 배치될 수 있는 전자는 최대 2개이고, ①에는 최대 8개의 전자가 배치된다.

09 모범 답안



질소(N) 마그네슘(Mg)

첫 번째 전자 껍질에는 최대 전자 2개가, 두 번째 전자 껍질에는 최대 전자 8개가 배치될 수 있으며, 나머지 전자가 세 번째 전자 껍질에 배치된다.

채점 기준	배점
질소와 마그네슘의 전자 배치를 모두 옳게 그리고, 그 근거를 옳게 설명한 경우	100 %
질소와 마그네슘의 전자 배치만 옳게 그린 경우	70 %
질소와 마그네슘 중 1개만 옳게 그린 경우	30 %

- 10** A는 산소(O), B는 마그네슘(Mg), C는 염소(Cl)이다. 원자가 전자 수는 족의 일의 자리와 같고, 주기는 전자가 들어 있는 전자 껍질 수와 같다. 금속 원소는 원자가 전자 수가 1~2개이고, 비금속 원소는 원자가 전자 수가 5~7개이다.

- 11** ㄱ. A와 B는 전자가 들어 있는 전자 껍질 수가 2인 2주기 원소이다. A는 원자가 전자 수가 6이므로 16족 원소, B는 원자가 전자 수가 7이므로 17족 원소이다.
 ㄴ. C와 D는 전자가 들어 있는 전자 껍질 수가 같으므로 같은 주기 원소이다.
 ㄷ. C는 3주기 1족 알칼리 금속이고, B는 2주기 17족 할로젠이다.

I-1-04. 원소들의 화학 결합과 물질의 생성

본문 149~150쪽

01 ① **02** ⑤ **03** ③ **04** A : 1, B : 6 (2) A : Na, B : S
05 ③ **06** ⑤ **07** ③ **08** (1) CH₄, NH₃, H₂O
 (2) CH₄, NH₃, H₂O **09** ⑤ **10** ③ **11** 해설 참조

- 01** ① 전자는 금속 원소인 A에서 비금속 원소인 B로 이동한다.
 ⑤ A⁺은 네온(Ne), B⁻은 아르곤(Ar)의 전자 배치를 이룬다.

- 02** ㄱ. A와 C는 각각 전자 1개, 2개를 잃고 양이온이 된다.
 ㄴ. 전자는 금속 원소인 A에서 비금속 원소인 B로 이동한다.
 ㄷ. B는 1가의 음이온, C는 2가의 양이온을 형성하므로 안정한 화합물의 화학식은 CB₂이다.

03 ㄱ. 이온 결합 물질은 양이온과 음이온이 일정한 개수비로 계속 결합하여 규칙적인 모양의 입체 구조로 존재하며, 분자로 존재하지 않는다.
 ㄴ. 양이온과 음이온은 전체 전하량의 총합이 0이 되는 이온 수비로 결합한다.

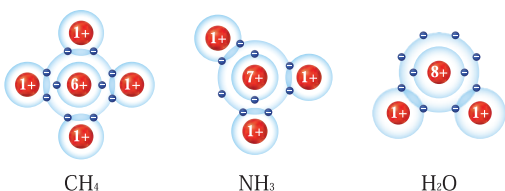
04 (1) A는 3주기 1족 원소, B는 3주기 16족 원소로 원자가 전자 수는 각각 1, 6이다.
 (2) A가 전자 1개를 잃어 전자 수 10인 Ne의 전자 배치를 이루므로 A는 전자 수가 11인 나트륨이다. B는 전자 2개를 얻어 전자 수 18인 Ar의 전자 배치를 이루므로 전자 수 16인 황이다.

05 ㄱ. A는 양성자수가 전자 수보다 1개 더 많으므로 전자 1개를 잃어 생성된 1가의 양이온이고, B는 양성자수가 전자 수보다 2개 더 많으므로 전자 2개를 잃어 생성된 2가의 양이온이다. C는 전자 수가 양성자수보다 2개 더 많으므로 전자 2개를 얻어 생성된 2가의 음이온이고, D는 전자 수가 양성자수보다 1개 더 많으므로 전자 1개를 얻어 생성된 1가의 음이온이다.
 ㄴ. B는 2가의 양이온이고, C는 2가의 음이온이므로 두 이온으로 이루어진 화합물의 화학식은 BC이다.
 ㄷ. A는 1가의 양이온이고, D는 1가의 음이온이므로 두 이온으로 이루어진 화합물의 화학식은 AD이다.

06 수소와 산소는 모두 비금속 원소이며, 수소와 산소 원자 사이에 각각 전자쌍 1개씩, 총 2개의 전자쌍을 형성하며 결합한다. 물 분자에서 수소는 헬륨의 전자 배치를, 산소는 네온의 전자 배치를 이룬다.

07 ㄱ. A는 원자가 전자 수 7인 플루오린이고, B는 원자가 전자 수 6인 산소이다.
 ㄴ. A는 전자쌍 1개를 공유하여 이원자 분자 A₂를 형성한다. B는 전자쌍 2개를 공유하여 이원자 분자 B₂를 형성한다.

08 탄소, 질소, 산소의 원자가 전자 수는 각각 4, 5, 6이고, 수소의 원자가 전자 수는 1이다. 따라서 탄소는 부족한 전자 4개를 4개의 수소와 각각 전자쌍 1개씩을 공유하여 결합하므로 화합물의 화학식은 CH₄이다. 질소는 부족한 전자 3개를 3개의 수소와 각각 전자쌍 1개씩을 공유하여, 산소는 부족한 전자 2개를 2개의 수소와 각각 전자쌍 1개씩을 공유하여 결합하므로 화학식은 각각 NH₃, H₂O이다.



09 ① 이온 결합은 금속 원소와 비금속 원소 사이에서 형성된다.
 ② 비금속 원소들은 전자쌍을 공유하며 결합을 형성한다.
 ③ 알칼리 금속과 할로젠이 반응하면 이온 결합 물질이 형성된다.
 ④ He, Ne 등은 비활성 기체로 안정한 전자 배치를 이루므로 결합을 형성하지 않는다.

10 ㄱ, ㄴ. AB는 이온 결합 물질이고, CB는 공유 결합 물질이다. AB가 형성될 때 전자가 A에서 B로 이동하여 이온 결합을 형성하고, C와 B는 각각 전자 1개씩을 내놓아 전자쌍 1개를 형성하고, 이를 공유하여 화합물 CB를 형성한다.
 ㄷ. A는 2주기 1족 원소, C는 1주기 1족 원소이다.

11 A는 수소(H), B는 나트륨(Na), C는 염소(Cl), D는 브로민(Br)이다.
 A는 원자가 전자 1개, C는 원자가 전자 7개로 전자쌍 1개를 공유하며 결합을 이룬다. 한편 B는 원자가 전자가 1개이므로 전자를 잃고 양이온이 되고, D는 원자가 전자가 7개이므로 전자를 얻어 음이온이 되면서 이온 결합을 이룬다.
모범 답안 A와 C는 비금속 원소로 공유 결합을 형성한다. B는 금속 원소, D는 비금속 원소로 이온 결합을 형성한다.

채점 기준	배점
금속 원소와 비금속 원소를 언급하여 이온 결합과 공유 결합을 옳게 설명한 경우	100 %
금속 원소와 비금속 원소는 언급하지 않고 이온 결합과 공유 결합을 형성한다고만 쓴 경우	40 %

I - 1 - 05. 우리 주변의 다양한 물질 본문 151쪽

01 ① **02** ③ **03** 해설 참조 **04** ⑤ **05** ②

01 ㄱ. 고체 상태에서는 이온이 단단하게 결합하여 이동할 수 없으므로 전기가 통하지 않으나 액체 상태와 수용액에서는 이온이 자유롭게 이동할 수 있으므로 전기가 통한다.
 ㄴ. 액체 상태에서도 정전기적 인력이 작용한다.
 ㄷ. 이온 결합 물질은 양이온과 음이온이 반복된 구조로서 입체 구조를 이룬다.

02 ㄱ. 수용액에서 전류가 흐르는 (가)에는 소금이, 전류가 흐르지 않는 (나)에는 설탕이 녹아 있다.
 ㄴ. 설탕은 구성 원자 사이에 전자쌍을 공유하며 결합이 형성된다.
 ㄷ. 고체 상태에서는 소금과 설탕 모두 전기가 통하지 않는다.

03 A는 리튬(Li), B는 산소(O), C는 플루오린(F)이다. A는 1가의 양이온을, B는 2가의 음이온을 형성하므로 A₂B의 형태로 이온 결합을 형성한다. 따라서 액체 상태에서는 이

온이 자유롭게 이동할 수 있으므로 전기 전도성이 있다.
B는 원자가 전자가 6개이고, C는 원자가 전자가 7개이므로 BC_2 의 형태로 공유 결합을 형성한다. 따라서 전자를 띠는 입자가 분자 내에 존재하지 않으므로 액체 상태에서 전기 전도성이 없다.

모범 답안 A_2B , BC_2 , 액체 상태에서의 전기 전도성을 비교한다.

채점 기준	배점
화학식을 옳게 쓰고, 구별 방법을 옳게 설명한 경우	100 %
화학식만 옳게 쓴 경우	40 %

- 04** (가)는 이온 결합 물질, (나)는 공유 결합 물질이다.
ㄱ. 이온 결합은 금속 양이온과 비금속 음이온 사이의 정전기적 인력에 의해 형성되므로 반드시 금속 원소를 포함한다.
ㄴ. 공유 결합은 비금속 원소 사이에 전자쌍을 공유하며 형성되는 결합이다.
ㄷ. 이온 결합 물질은 수용액 및 액체 상태에서 전기 전도성을 가진다.
- 05** ①, ④, ⑤ 모두 비금속 원자가 전자쌍을 공유하며 형성되는 공유 결합 물질로, 일정한 수의 원자가 모여 분자를 이룬다.
②, ③ 고체와 액체 상태에서 모두 전기 전도성이 없으며, 물에 녹아 이온을 형성하는 CH_3COOH 을 제외하고는 수용액에서 전기 전도성이 없다.

I - 2 - 01. 지각과 생명체 구성 물질의 결합 규칙성

본문 152~153쪽

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

- 01** ㄱ. 지각을 구성하는 탄소의 비율은 0.2 %이지만 사람을 구성하는 탄소의 비율은 18.0 %이다. 따라서 사람은 지각보다 탄소 화합물의 구성 비율이 높다.
ㄴ. 원소 A는 지각과 사람을 구성하는 원소 중 가장 많은 비율을 차지하는 산소이다.
ㄷ. 지각은 규소가 전체의 27.7 %를 차지하지만, 사람은 탄소, 수소, 산소, 질소가 전체의 약 96 %를 차지한다.
- 02** ㄱ. 광물에 물리적인 힘을 가했을 때, 깨지는지 쪼개지는지의 여부는 광물의 결합 구조에 따라 달라진다. 깨짐이 나타나는 광물에는 비결정질 광물과 결정질 광물 중에서 A. 독립상(광물 구성 입자가 독립적인 광물의 결정 형태)과 입체망상(광물 구성 입자가 입체적으로 동일한 조건으로 결합한 광물의 결정 형태) 구조의 광물 등이 있다.

ㄴ. C(각섬석)는 두 방향, D(흑운모)는 한 방향으로 쪼개진다.
ㄷ. A는 감람석으로 규산염 사면체가 산소를 공유하여 결합하지 않은 독립상을 보이며, B(휘석) $\rightarrow$ C(각섬석) $\rightarrow$ D(흑운모)로 갈수록 공유 산소의 수가 많아진다.

- 03** ①, ③ 주어진 그림은 규산염 사면체가 판상 구조를 이루는 흑운모의 결합 구조이다.
② 규소(Si)와 산소(O)가 결합된 광물이므로 규산염 광물에 속한다.
④ 규산염 사면체가 판상 구조를 이루고 있으므로 한 방향의 쪼개짐이 발달한다.
⑤ 흑운모의 Si : O의 비율은 2 : 5이고, 석영의 Si : O의 비율은 1 : 2이다. 따라서 규산염 사면체 간의 공유 산소의 수는 흑운모가 석영보다 적다.
- 04** (가)는 감람석, (나)는 휘석, (다)는 각섬석, (라)는 흑운모를 나타낸다. 규산염 사면체의 결합 구조가 복잡할수록, 즉 규산염 사면체 간에 공유하는 산소 원자의 수가 많을수록 풍화에 대한 안정도는 증가한다. 따라서 (라)가 풍화에 대한 안정도가 가장 크다.
- 05** ㄱ. 휘석과 흑운모는 모두 규산염 사면체를 기본 구조로 하여 형성된 광물이므로 규산염 광물에 속한다.
ㄴ. 흑운모는 판상 구조이고 한 방향의 쪼개짐을 보인다. 판 모양으로 얇게 쪼개진다.
ㄷ. 휘석보다 흑운모가 사면체 간의 결합이 복잡하므로 1개의 규소와 결합하는 산소의 개수는 흑운모보다 휘석이 많다. 따라서 $\frac{\text{Si의 개수}}{\text{O의 개수}}$ 값은 휘석보다 흑운모가 크다.
- 06** ㄱ. A는 독립형 구조로 감람석의 기본 결합 구조이다.
ㄴ. A는 독립형 구조로 규소 : 산소의 비율이 1 : 4이고, B는 판상 구조로 규산염 사면체 간에 3개의 산소를 공유하여 규소 : 산소의 비율은 2 : 5이다. 따라서 A는 B보다 규소에 대한 산소의 비율이 크다.
ㄷ. 감람석은 깨짐이 발달하고, 흑운모는 1방향의 쪼개짐이 발달한다.
- 07** ①, ② 탄소는 원자가 전자의 수가 4개이므로 최대 4개의 원자가 공유 결합을 할 수 있다.
③ 탄소는 탄소 원자끼리의 결합 사슬이 거의 무한대로 이어질 수 있다.
④ 탄소는 다른 탄소 원자와 결합할 수 있는데, 단일 결합 외에 2중 결합, 3중 결합도 가능하다.
⑤ 탄소는 질소, 산소, 황, 붕소 등의 원소뿐만 아니라 다양한 금속 원소와도 결합할 수 있다.
- 08** ㄱ. 탄소는 원자가 전자가 4개여서 최대 4개의 원자와 공유 결합할 수 있다. 탄소 원자 간의 공유 결합은 단일 결합

과 2중 결합뿐만 아니라 3중 결합도 가능하다.
 나. 탄소는 다른 탄소와 공유 결합을 통해 거의 무한대로 결합할 수 있다. 탄소 화합물은 길이와 모양이 다양하게 만들어진다.
 다. 인체의 구성 비율은 ‘물>단백질>지질>핵산’ 순이다. 인체의 구성 물질 중 탄소 화합물은 단백질, 지질, 핵산으로 물을 제외하고 생명체에서 가장 높은 비율을 차지한다.

09 탄소는 다른 탄소 원자와 결합하여 사슬 모양(①), 가지 모양(②), 고리 모양(③) 등의 탄소 골격을 만들 수 있다. 탄소와 탄소 사이에는 단일 결합, 2중 결합, 3중 결합(⑤)이 가능하다.

10 탄소 원자는 원자가 전자가 4개이다.

모범 답안 탄소 원자는 최대 4개의 원자와 공유 결합이 가능하므로 다양한 원자와 결합하여 다양한 탄소 화합물을 형성할 수 있다.

채점 기준	배점
공유 결합 개수를 언급하며 설명한 경우	100 %
‘다양한 원자와 결합하기 때문’이라고만 설명한 경우	50 %

11 ㄱ. (가)는 효소, 호르몬, 항체의 주성분인 단백질이다. 유전 물질로 세포 내에서 일어나는 생명 활동을 조절하는 것은 핵산이다.
 나. (나)는 인체에서 가장 많은 양을 차지하는 물(H₂O)로, 무기물이다.
 다. 인체의 구성 성분 중 약 70 %를 차지하는 물은 무기물이다. 따라서 인체의 구성 성분은 유기물인 단백질(18 %), 지질(4 %), 핵산(1.5 %)을 합한 값보다 더 많은 비율을 무기물이 차지한다.

12 **모범 답안** 지각은 대부분 규소(Si)와 산소(O)를 주성분으로 하는 규산염 광물로 이루어져 있기 때문이다.

채점 기준	배점
Si와 O를 주성분으로 한 규산염 광물을 언급하며 설명한 경우	100 %
‘규산염 광물 때문’이라고만 설명한 경우	50 %

I - 2 - 02. 생명체 구성 물질의 형성

본문 154~155쪽

01 ② **02** ④ **03** ③ **04** ① **05** ⑤ **06** 해설 참조
07 ① **08** 해설 참조 **09** ⑤ **10** ⑤ **11** ①
12 A : 나, B : ㄱ, C : 다

01 ② 인체 구성 비율이 가장 높은 물질은 물이며, 단백질은 물 다음으로 많은 비율을 차지한다.

③ 지질 중 인지질은 단백질과 함께 세포막을 구성한다.

02 나. 인체에서 에너지 저장 물질로 많이 사용되는 것은 지질(중성 지방)이다.

03 ㄱ. (가)는 아미노기로서 모든 아미노산에서 동일한 부위이며, 아미노산의 종류에 따라 서로 다른 구조를 갖는 것은 곁사슬(나)이다.
 나, 다. (나)는 곁사슬이며, 펩타이드 결합은 한 아미노산의 아미노기(가)와 다른 아미노산의 카복실기(다) 사이에서 일어난다.

04 ㄱ. (가)는 2개의 아미노산이 펩타이드 결합을 형성하는 반응으로, 이때 물 한 분자가 빠져나온다.
 나. (나)는 8개의 아미노산으로 이루어진 폴리펩타이드이므로 여기에는 7개의 펩타이드 결합이 있다. 따라서 (나)가 합성될 때 7분자의 물이 빠져나왔다.
 다. 폴리펩타이드의 아미노산 배열 순서는 단백질의 입체 구조를 결정한다.

05 ㄱ, 나. 단백질의 기능은 입체 구조에 의해 결정되며, 단백질이 열을 받으면 입체 구조가 변하여 그 기능을 잃는다.
 다. 여러 개의 폴리펩타이드가 특정한 기능을 갖는 하나의 단백질을 구성하기도 한다. 예를 들어 헤모글로빈은 4개의 폴리펩타이드로 구성된다.

06 **모범 답안** 단백질의 종류는 아미노산의 배열 순서에 따라 결정되는데, 20종류의 아미노산이 다양한 순서로 조합하여 구조와 기능이 다양한 단백질을 형성할 수 있다.

채점 기준	배점
아미노산의 다양한 조합으로 다양한 종류의 단백질을 형성할 수 있다는 내용을 포함하여 옳게 설명한 경우	100 %
다양한 조합만을 언급하여 설명한 경우	50 %

07 (가)는 DNA, (나)는 RNA이다.
 ㄱ. 핵산의 단위체인 뉴클레오타이드는 인산, 당, 염기가 1 : 1 : 1로 결합하고 있다.
 나. ㉠은 DNA의 당이므로 디옥시리보스이다.
 다. RNA를 구성하는 뉴클레오타이드의 염기 ㉡은 아데닌(A), 구아닌(G), 사이토신(C), 유라실(U) 중 하나이며, 타이민(T)은 DNA의 염기이다.

08 **모범 답안** DNA에서 타이민(T)은 아데닌(A)과 상보적으로 결합하므로 타이민(T)의 비율이 30 %이면 아데닌(A)의 비율도 30 %이다.

채점 기준	배점
타이민(T)과 아데닌(A)의 상보적 결합을 언급하여 옳게 설명한 경우	100 %
아데닌(A)의 비율만 옳게 쓴 경우	30 %

- 09** ㄱ. DNA의 입체 구조는 염기 서열과 관계없이 이중 나선 구조이다.
 ㄴ. DNA의 염기 서열에 따라 다른 유전 정보가 저장된다.
 ㄷ. DNA에서 아데닌(A)은 타이민(T)과, 구아닌(G)은 사이토신(C)과 상보적으로 결합하고 있다.
 ㄹ. 한 뉴클레오타이드의 인산과 다른 뉴클레오타이드의 당이 결합하여 당-인산 골격을 이룬다.
- 10** ㄴ. DNA와 RNA 모두 단위체의 종류는 4가지씩이다.
- 11** 탄소를 포함하지 않는 D는 물이고, 유전 정보를 저장하는 C는 DNA이다. 단위체로 구성되며, 유전 정보를 저장하지 않는 B는 단백질이며, 따라서 A는 지질이다.
 ㄷ. 주요 에너지원으로 쓰이는 것은 탄수화물이다.
 ㄹ. 펩타이드 결합은 단백질에 포함되어 있다.
- 12** ㄱ. DNA와 단백질 모두 탄소 화합물이며, 구성 원소로 질소(N)를 포함한다.
 ㄴ. 인산과 당이 같은 비율로 들어 있는 것은 DNA이다.
 ㄷ. 단위체인 아미노산의 배열 순서에 따라 입체 구조가 결정되는 것은 단백질이다.

I - 2 - 03. 신소재의 개발과 활용

본문 156~157쪽

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

- 01** ⑤ 전압을 가하면 액정은 전기력을 받아 분자 배열이 변한다. 이러한 성질을 이용하여 화소를 조절하여 디지털 영상을 표현한다.
- 02** (가)는 전류가 흐를 때 빛을 방출하는 성질을, (다)는 조건에 따라 전기 저항이 변하는 성질을 이용한 예이다.
- 03** ㄱ. A는 자석 위에 떠 있으므로 초전도 상태가 되었다. 따라서 A의 온도는 임계 온도인 T_c 보다 낮다.
 ㄴ. A가 정지해 있으므로 A에 작용하는 알짜힘은 0이다.
 ㄷ. 자석과 초전도체 사이에 작용하는 힘은 자기력이다.
- 04** ㄱ. (가)는 온도가 상승할수록 전기 저항이 커지므로 도체이다. 절연 피복은 절연체로 만든다.
 ㄴ. (나)는 임계 온도 이하에서 전기 저항이 0이 되므로 초전도체이다. 초전도체의 특성을 이용하여 자기 부상 열차를 만들 수 있다.
 ㄷ. (다)는 반도체이며, 온도에 따라 저항이 달라지는 특성을 이용하면 온도계를 만들 수 있다.

- 05** ㄱ. 다이오드는 규소(Si)에 원자가 전자가 3개, 또는 5개인 원소를 첨가한 불순물 반도체로 만든다.
 ㄴ. 다이오드는 교류를 직류로 변환시키는 정류기에 사용된다.
 ㄷ. 증폭기에는 트랜지스터가 사용된다.
- 06** 액체 질소에 넣어 두면 액체 질소와 온도가 같아진다. 초전도 상태가 되려면 임계 온도가 77 K보다 높은 물질이어야 한다. A는 40 K 이하에서, B는 20 K 이하에서 초전도 상태가 된다.
- 07** ㄱ. 액체 질소에 넣어 두면 전기 저항이 0이 되는 물질은 초전도체이다.
 ㄴ, ㄷ. 네오디뮴 자석은 철, 붕소, 네오디뮴으로 이루어져 있으며, 강력한 자석이다.
- 08** ㄱ. 그래핀은 탄소로 이루어져 있다.
 ㄴ, ㄷ. 그래핀은 전기적 성질을 이용한 신소재이며, 투명하면서도 전기가 잘 통하는 성질이 있다.
- 09** 그래핀이 나선형 모양으로 말려 있는 구조는 탄소 나노 튜브이다.

- 10** (1) 초전도 상태가 되려면 임계 온도보다 낮은 온도가 되어야 한다.
 (2) 시간이 지나면 초전도체의 온도가 올라간다. 온도가 임계 온도보다 높아지면 초전도 상태가 유지되지 않으므로 초전도체는 점점 자석 쪽으로 내려온다.

모범 답안 (1) 초전도체의 온도를 임계 온도보다 낮게 하기 위해서이다. (2) 초전도 상태가 유지되지 않아 자석 쪽으로 서서히 내려온다.

채점 기준		배점
(1)	초전도체의 온도를 임계 온도보다 낮게 하기 위해서라고 옳게 설명한 경우	50 %
	초전도체의 온도를 낮게 하기 위해서라고만 설명한 경우	20 %
(2)	초전도 상태가 유지되지 않아 자석 쪽으로 서서히 내려온다고 옳게 설명한 경우	50 %
	자석 쪽으로 내려온다고만 설명한 경우	20 %

II - 1 - 01. 중력과 역학적 시스템

본문 158~159쪽

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

- 01** ㄱ, ㄷ. 한 쌍의 중력은 서로 크기가 같고 방향이 반대이다.
 ㄴ. 질량이 같은 물체의 무게는 지구에서보다 달에서 더 작다.

02 ㄱ. 물체가 받는 지구 중력의 크기는 질량에 비례하므로, A가 B보다 작다.

ㄴ, ㄷ. 중력 가속도는 질량에 관계없이 일정하므로 같은 높이에서 출발한 두 물체는 바닥에 동시에 도달한다.

03 ⑤ 공에 작용하는 힘은 중력뿐이고 중력의 크기는 일정하며, 공은 중력 방향으로 가속된다. 최고점에서는 속도가 0이지만 중력이 계속 작용하므로 가속도는 0이 아니다.

04 ㄱ, ㄴ. 수평 방향으로 던진 물체는 수평 방향으로 등속도 운동을 하고, 연직 아래 방향으로 등가속도 운동을 한다. 수평 방향의 속력이 10 m/s이므로 0초에서 2초까지 수평 방향으로 이동한 거리는 20 m이고, 연직 아래 방향의 속력은 2초일 때 1초일 때의 2배이다.

ㄷ. 연직 방향으로 이동한 거리는 시간의 제곱에 비례한다. 따라서 $h_1 : h_2 = 1 : 4$ 이다.

05 **모범 답안** 행성 표면에서의 중력이 지구에서보다 작아 대포의 탄알이 더 천천히 떨어지므로 속력은 v_0 보다 작아야 한다.

채점 기준	배점
중력의 크기와 속력을 모두 언급하여 옳게 설명한 경우	100 %
속력만 언급하여 설명한 경우	50 %

06 ㄱ. 연직 방향의 가속도는 질량에 관계없이 동일하므로 수평면에 도달할 때까지 걸린 시간은 A와 B가 같다.

ㄴ. 수평 방향으로 이동한 거리는 수평 방향의 속력에 비례하므로 A가 B보다 크다.

ㄷ. 충격량은 운동량의 변화량과 같다. 물체를 던진 후 운동량의 크기는 A와 B 모두 $2mv_0$ 이므로 던질 때 받은 충격량의 크기는 A와 B가 같다.

07 ㄱ. 운동 시간은 B가 더 짧는데 수평 방향으로 이동한 거리는 같아야 한다. 따라서 던진 순간의 속력은 B가 A보다 크다.

ㄴ. 가속도의 방향은 중력의 방향과 같으므로 A와 B가 서로 같다.

ㄷ. 던진 지점의 높이가 높을수록 수평면까지 낙하하는 데 더 오래 걸린다.

08 **모범 답안** (1) 바닥에 떨어질 때까지 A와 B의 운동 시간은 같다. (2) B는 수평 방향으로 힘이 작용하지 않으므로 등속도 운동을 한다.

채점 기준	배점
(1) A와 B의 운동 시간은 같다고 설명한 경우	30 %
(2) B의 운동 상태와 그 까닭을 모두 옳게 설명한 경우	70 %
B의 운동 상태만 설명한 경우	30 %

09 ④ 수평 방향의 운동은 중력의 변화와 관계가 없으므로 지

구에서와 같은 운동을 하고, 연직 방향으로 가속도가 지구에서의 2배인 등가속도 운동을 한다. 따라서 동일한 시간 동안 수평 방향으로 이동한 거리는 같고 연직 방향으로 이동한 거리는 2배가 되어야 한다.

II-1-02. 역학적 시스템과 안전

본문 160~161쪽

01 ① 02 2.5 N 03 ⑤ 04 ③ 05 ⑤ 06 ②
07 ④ 08 해설 참조 09 해설 참조 10 ③

01 관성은 물체에 작용하는 알짜힘이 0일 때 나타나는 성질이다.

① 빗면에 놓인 물체는 빗면 아래 방향으로 힘을 받아 속력이 점점 빨라지는 가속 운동을 한다.

02 충격량의 크기는 운동량의 변화량의 크기와 같으므로, $0.1 \text{ kg} \times 5 \text{ m/s} = 0.5 \text{ kg} \cdot \text{m/s} = 0.5 \text{ N} \cdot \text{s}$ 이다. 평균 힘은 충격량을 시간으로 나눈 것이므로 $\frac{0.5 \text{ N} \cdot \text{s}}{0.2 \text{ s}} = 2.5 \text{ N}$ 이다.

03 A와 B의 충격량은 서로 크기가 같고 방향이 반대이다. 충격량은 운동량의 변화량과 같은데, B의 운동량의 변화량은 mv 이므로 A의 운동량의 변화량은 $-mv$ 이다. 따라서 A의 처음 운동량이 $4mv$ 이므로 A의 나중 운동량은 $3mv$ 이고, 질량이 $2m$ 이므로 충돌 후 A의 속도는 $1.5v$ 이다.

04 ㄱ. 운동량 = 질량 $\times$ 속도이므로, 운동량의 크기는 속력에 비례한다. 따라서 A에서가 B에서보다 크다.

ㄴ. 물체의 처음 운동량은 $10 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$ 이고, 나중 운동량은 $-6 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$ 이다. 따라서 물체의 운동량의 변화량의 크기는 $|-6 \text{ kg} \cdot \text{m/s} - 10 \text{ kg} \cdot \text{m/s}| = 16 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$ 이다.

ㄷ. 충격량은 운동량의 변화량과 같고, 평균 힘은 충격량을 시간으로 나눈 것과 같다. 충격량은 $16 \text{ N} \cdot \text{s}$ 이고 힘이 작용한 시간은 4초이므로 물체에 작용한 평균 힘의 크기는 $\frac{16 \text{ N} \cdot \text{s}}{4 \text{ s}} = 4 \text{ N}$ 이다.

05 ㄱ. 힘-시간 그래프에서 그래프 아랫부분의 넓이가 충격량의 크기를 나타낸다. 0에서 t 까지 물체가 받은 충격량의 크기는 A가 B의 2배이다.

ㄴ. 운동량의 변화량은 충격량과 같다. B의 운동량의 변화량은 0에서 $2t$ 까지가 0에서 t 까지의 2배이므로 B의 속력은 $2t$ 일 때가 t 일 때의 2배이다.

ㄷ. 속력의 변화량이 같을 때 질량이 클수록 운동량의 변화량이 크다. 따라서 질량은 A가 B의 2배이다.

- 06 ㄱ. 힘-시간 그래프에서 그래프 아랫부분의 넓이는 충격량의 크기와 같고, A가 받은 충격량의 크기와 B가 받은 충격량의 크기가 같으므로 충돌 과정에서 A가 받은 충격량의 크기는 $2\text{ N}\cdot\text{s}$ 이다.
 ㄴ. 충격량은 운동량의 변화량과 같다. 정지해 있던 질량이 1 kg 인 B의 운동량의 변화량이 $2\text{ kg}\cdot\text{m/s}$ 이므로 충돌 후 B의 속도는 2 m/s 이다.
 ㄷ. A의 운동량의 변화량은 B의 운동량의 변화량과 크기는 같고 방향은 반대이다. A의 처음 운동량은 $6\text{ kg}\cdot\text{m/s}$ 인데, 운동량이 $2\text{ kg}\cdot\text{m/s}$ 만큼 감소해야 하므로 나중 운동량은 $4\text{ kg}\cdot\text{m/s}$ 이다. A의 질량이 2 kg 이므로 결국 충돌 후 A의 속도는 2 m/s 이다.

- 07 ㄱ. 야구공이 방망이에 닿아 있는 동안 찌그러진 정도가 달라지므로 야구공에 작용하는 힘의 크기가 일정하지 않다.
 ㄴ. 야구공이 더 많이 찌그러질수록 힘이 크게 작용한 것이므로 충격량의 크기도 크다.
 ㄷ. 충격량은 운동량의 변화량과 같고, 운동량의 변화량은 속도 변화량에 비례한다.

- 08 **모범 답안** (1) B (2) A, 힘이 작용한 시간이 짧아서 물 풍선에 작용하는 힘의 크기가 더 크기 때문이다.

채점 기준		배점
(1)	B를 고른 경우	30 %
(2)	A를 고르고, 까닭을 옳게 설명한 경우	70 %
	A만 쓴 경우	30 %

- 09 **모범 답안** 충돌 후 나무 도막의 속력은 (가)에서가 더 크다. 나무 도막의 운동량의 변화량의 크기는 공의 운동량의 변화량의 크기와 같은데, 공의 운동량의 변화량의 크기는 (가)에서가 더 크기 때문이다.

채점 기준		배점
(가)라고 쓰고, 까닭을 옳게 설명한 경우		100 %
(가)만 쓴 경우		30 %

- 10 ㄱ. 더미는 운동하려는 관성에 의해 계속 앞으로 운동하려고 한다.
 ㄴ. 안전띠는 관성에 의해 앞으로 나아가려는 더미를 붙잡는 역할을 한다.
 ㄷ. 에어백은 힘이 작용하는 시간을 길게 하여 힘의 크기를 작게 하는 역할을 한다.

- 01 ④ 지권은 암석과 토양으로 이루어진 지구의 겉 부분인 지각과 함께 지구 내부 전체를 포함한다.

- 02 ②, ⑤ 기권은 지구를 둘러싸고 있는 대기가 분포하는 영역으로 수증기를 포함한다.
 ④ 지구의 모든 생명체와 아직 분해되지 않은 유기물을 생물권이라고 한다.

- 03 ㄴ. 액체 상태인 외핵(B)에서 대류가 일어나 지구 자기장이 형성될 수 있다.
 ㄷ. A~D층 중 맨틀인 C층은 지구 전체의 약 80 %를 차지하며 부피가 가장 크다.

- 04 A는 대류권, B는 성층권, C는 중간권, D는 열권이다.
 ①, ② 기온의 일변화는 D층에서 가장 크고, A층에서 높이에 따라 기온이 낮아지는 것은 높아질수록 지구 복사 에너지의 흡수량이 감소하기 때문이다.
 ③ C층에서 대류는 일어나지만 수증기가 없어 기상 현상은 나타나지 않는다.
 ④ B는 안정한 층, C는 대류가 일어나는 불안정층이다.

- 05 수온 약층(B)은 깊이에 따라 수온이 큰 폭으로 떨어지는 층으로, 상층과 하층 사이의 온도 차이가 커서 물질과 에너지의 연직 이동이 억제된다.

- 06 ㄱ. 화산 활동으로 이산화 탄소가 방출되는 것은 지권과 기권의 상호 작용이다.
 ㄴ. 해수의 물질이 침전되어 퇴적암으로 되는 것은 수권과 지권의 상호 작용이다.

- 07 사막 사구는 바람(기권)과 모래(지권)의 상호 작용이고, 풍랑은 바람(기권)과 해수(수권)의 상호 작용이고, 동물의 호흡은 공기(기권)와 동물(생물권)의 상호 작용이다. 따라서 A는 기권, B는 지권, C는 수권, D는 생물권이다.

- 08 건조한 토양의 미세 먼지가 바람에 날려 황사가 발생하는 것은 지권과 기권의 상호 작용이고, 녹지화 사업으로 사막화를 방지하는 것은 생물권과 지권 사이의 상호 작용이다.

- 09 태풍은 해수의 증발로 생성되는 것이기 때문에 수권이 기권에 영향을 주는 상호 작용(A)이고, 광합성은 생물권이 기권의 이산화 탄소를 흡수하는 과정에서 일어나기 때문에 생물권이 기권에 영향을 주는 상호 작용(B)에 해당한다.

Ⅱ-2-01. 지구 시스템의 구성 요소

본문 162~163쪽

- 01 ④ 02 ② 03 ① 04 ⑤ 05 ④ 06 ②
 07 ⑤ 08 ② 09 ①

Ⅱ-2-02. 지구 시스템의 에너지와 물질 순환

본문 164~165쪽

- 01 (가) - (다) - (나) 02 ⑤ 03 ① 04 ⑤ 05 ⑤
 06 ④ 07 ⑤ 08 ② 09 ① 10 ④

01 지구 시스템의 에너지원 중 약 99.9%는 태양 에너지이다. 지구 내부 에너지는 약 0.013%, 조력 에너지는 약 0.002%를 차지한다.

02 (가)는 조력 에너지, (나)는 태양 에너지, (다)는 지구 내부 에너지이다. (나) 태양 에너지가 전체의 약 99.9%를 차지한다.

03 나. 조력 에너지는 달과 태양의 인력으로 발생한다.
 다. 지구 내부 에너지가 지진이나 화산 활동을 일으킨다.

04 ㄱ. 증발과 강수는 주로 기권과 수권의 상호 작용인 A 작용으로 나타난다.
 나. 유수와 지하수로 나타나는 지표의 변화는 수권이 지권에 영향을 주는 것이므로 (가)의 F에 해당한다.
 다. 물의 순환 과정에 영향을 주는 에너지원은 주로 태양 에너지이다.

05 ⑤ 지구 시스템에서 각 권은 물을 얻은 양과 물을 잃은 양이 같은 평형 상태를 이루기 때문에 지구 온난화가 진행되더라도 지구 시스템 전체의 물의 양은 변하지 않는다.

06 ㄱ. 증발(A) 과정에서 액체인 물이 기체인 수증기로 변하면서 에너지를 흡수한다.
 나. 육지의 물이 해양으로 이동하는 B 과정에서 지형의 변화가 일어난다.
 다. 지구 시스템에서 각 권은 물을 얻은 양과 물을 잃은 양이 같아 물의 양은 평형을 이루게 된다.

07 ㄱ. A 과정은 화석 연료의 연소로 이 과정에서 대기 중으로 온실 기체인 이산화 탄소가 공급된다. 따라서 A가 증가하면 지구의 기온은 높아진다.
 나. B 과정은 광합성으로 대기 중의 이산화 탄소가 식물 속으로 흡수되는 과정이다.
 다. C 과정은 화산 분출로 화산이 분출하면 지권에서 기권으로 화산 기체가 이동한다. 화산 기체에는 수증기와 이산화 탄소가 많이 포함되어 있으므로 지권의 탄소가 기권으로 이동하는 것이다.

08 해수의 수온이 낮아지면 기체의 용해도가 증가하여 수권에서 기권으로의 탄소 공급이 줄어든다.

09 (가)는 지권과 기권의 상호 작용이므로 그림 왼쪽 빈칸에 해당하는 구성 요소는 기권, 오른쪽 빈칸은 수권이다. 따라서 (나)는 수권과 지권의 상호 작용인 B에 해당하고, (다)는 생물권과 기권의 상호 작용인 C에 해당한다.

10 A는 기권, B는 수권, C는 지권이다. 해수의 온도가 높을수록 기체의 용해도는 낮아지므로 A → B로 이동하는 탄소량은 감소할 것이다.

Ⅱ-2-03. 지권의 변화

본문 166~167쪽

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

01 ③ 지진이 일어나는 곳에서 항상 화산 활동이 일어나는 것은 아니지만, 지진대와 화산대는 거의 일치한다.

02 ㄱ. 대륙과 해양의 경계 부근에서는 화산 활동이 비교적 활발하게 발생하지만, 대륙의 중앙부에서는 화산 활동과 지진이 드물게 발생한다.
 다. 화산 활동과 같은 지각 변동이 자주 일어나는 변동대는 주로 판의 경계에 위치한다.

03 ①, ② A는 암석권(판), B는 연약권이다.
 ③, ④ B는 부분 용융 상태로 유동성을 띠기 때문에 맨틀 대류가 일어난다.
 ⑤ 해양 지각이 대륙 지각보다 밀도가 크다.

04 ② 지각과 맨틀의 최상부를 포함한 단단한 부분을 판이라고 한다.
 ④ 판 아래쪽 상부 맨틀에는 암석이 부분적으로 용융되어 있는 연약권이 있다.
 ⑤ 태평양판에서 지진과 화산 활동은 판의 가장자리에서 주로 발생한다.

05 A는 호상 열도, B는 변환 단층, C는 해령, D는 해구, E는 습곡 산맥이다. 일본 열도와 같은 화산섬이 호상 열도에 해당한다. 히말라야산맥은 대륙판인 인도판과 유라시아판이 충돌하는 과정에서 형성되었다. 해구(D)에서는 맨틀 대류의 하강부가 나타난다.

06 A는 수렴형 경계(알류산 해구), B는 보존형 경계(산안드레아스 단층), C는 발산형 경계(동태평양 해령), D는 수렴형 경계(안데스산맥)를 나타낸다. 발산형 경계의 특징인 (가)는 C이고, 수렴형 경계의 특징인 (나)는 A이다.

07 ㄱ. A 부근에는 호상 열도인 알류산 열도가, C 부근에는 습곡 산맥인 안데스산맥이 발달해 있다.
 나. B는 발산형 경계로 맨틀 대류의 상승부에 위치한다.
 다. 해양 지각이 생성되는 B에서 해양 지각이 소멸되는 C로 갈수록 해양 지각의 나이가 많아진다.

08 ㄱ, 다. 해양 지각의 연령이 0인 B와 C는 판이 생성되는 발산형 경계이고, 해양 지각은 B에서 멀어지는 방향으로 이동한다.

09 ㄱ. 화산재는 햇빛을 가려 지구의 평균 기온을 떨어뜨릴 수 있지만, 화산재와 화산 분출물에 포함된 다양한 광물질 성분은 토양을 비옥하게 만들 수 있다.

ㄷ. 화산 기체에 포함된 이산화 황 등이 빗물에 섞여 산성 비가 내리면 식물의 성장을 저하시킬 수 있다.

- 10** 화산 분출물은 화산재와 화산탄과 같은 작은 입자들을 모두 포함한다. 격렬한 화산 폭발로 화산재와 같은 분출물은 화산 기체와 뒤섞여 많은 피해를 준다. 화산 분출로 인한 인명 피해는 용암보다는 고온의 화산 기체로 인한 질식으로 발생한다.

Ⅱ-3-01. 생명 시스템의 기본 단위

본문 168~169쪽

- 01** ③ **02** ② **03** 미토콘드리아 **04** ② **05** ①
06 ⑤ **07** ① **08** ㄴ, ㄷ **09** ③ **10** 해설 참조
11 ⑤ **12** 해설 참조

- 01** ① A는 생명체의 구성 단위인 세포이다.
 ③ 기관(C)은 여러 종류의 조직(B)으로 구성되며, 조직마다 세포의 모양과 기능이 다르다.
 ④ 기관계(D)는 동물체에만 있는 구성 단계이다.
 ⑤ 개체(E)는 독립적으로 다양한 생명 활동을 수행하는 하나의 생명 시스템이다.
- 02** ㄱ. A는 리보솜이며, 아미노산 사이에 펩타이드 결합이 형성되어 단백질을 합성하는 장소이다.
 ㄴ. B는 핵이며, 핵 속에는 DNA가 있다.
 ㄷ. 리보솜(A)에서 합성된 단백질은 소포체(C)를 통해 골지체(D)로 운반된 후 분비된다.
- 03** 미토콘드리아에서는 유기물의 에너지를 세포의 생명 활동에 필요한 형태의 에너지로 전환하는 세포 호흡이 일어난다. 이 과정에서 산소를 소모한다.
- 04** ① 핵은 유전 물질인 DNA를 포함하고 있어 세포의 생명 활동을 조절한다.
 ② 리보솜은 단백질을 합성하는 세포 소기관으로, 동물 세포와 식물 세포에 모두 있다.
 ⑤ 엽록체는 광합성을 통해 빛에너지를 포도당의 화학 에너지로 전환한다.
- 05** ㄱ. 인지질(A)은 친수성 부분과 소수성 부분이 있어 소수성 부분끼리 마주 보며 2중층을 형성한다.
 ㄴ. B는 단백질이다.
 ㄷ. 세포막의 단백질 중에는 물질의 이동 통로가 되는 것이 있다.

- 06** ㄱ. 산소 분자는 크기가 매우 작아서 세포막의 인지질 2중층을 직접 통과한다.

ㄴ. 산소는 농도가 높은 쪽에서 낮은 쪽으로 확산한다. 따라서 폐포가 모세 혈관보다 산소 농도가 높다.

ㄷ. 인지질 2중층을 통해 확산하는 물질은 세포막을 경계로 농도 차가 클수록 이동하는 속도가 빠르다.

- 07** 일반적으로 분자 크기가 작을수록, 전하를 띠는 물질보다 전하를 띠지 않은 물질이, 인지질의 소수성 부분에 잘 섞이는 물질이 인지질 2중층을 잘 통과한다.

- 08** A는 세포막에 있는 단백질을 통해 농도가 높은 쪽에서 낮은 쪽으로 확산한다. 이와 같은 방식으로 세포막을 통해 이동하는 물질에는 포도당, 아미노산, 이온 등이 있다. 지방산 같은 지용성 물질이나 이산화 탄소 같은 기체 분자는 인지질 2중층을 통해 확산한다.

- 09** ㄱ, ㄷ. 특정 단백질은 특정 물질만을 선택적으로 이동시키며, 통로 역할을 하는 단백질의 수가 많을수록 물질이 빠르게 이동한다.

ㄴ. 세포막의 단백질을 통한 확산도 농도가 높은 쪽에서 낮은 쪽으로 일어나므로, 세포 안의 물질 농도가 세포 밖보다 높으면 세포 안에서 밖으로 확산이 일어난다.

- 10** A는 촉진 확산, B는 단순 확산으로 이동한다.

모범 답안 A는 세포막의 단백질을 통해 확산하는 물질로, 단백질이 모두 A를 이동시키고 있는 상태에서는 세포 안팎의 농도 차이가 커지더라도 이동 속도가 더 이상 증가하지 않는다. 반면에 B는 인지질 2중층을 통해 확산하는 물질로, 세포 안팎의 농도 차에 비례하여 이동 속도가 증가한다.

채점 기준	배점
A, B의 물질 이동 속도를 모두 옳게 설명한 경우	100 %
A, B의 물질 이동 속도 중 하나만을 옳게 설명한 경우	50 %

- 11** ㄱ, ㄷ. (가)에 넣었을 때에는 적혈구가 정상 상태와 비슷하지만, (나)에 넣었을 때에는 적혈구에서 물이 빠져나가 쭈그러들었다. 따라서 설탕 용액의 농도는 (가)가 (나)보다 낮다.

ㄴ. 적혈구에서 빠져나간 물의 양이 (나)에서 더 많으므로 적혈구 내액의 농도는 (가)보다 (나)에서 높다.

- 12** **모범 답안** 식물 세포를 세포 안보다 농도가 높은 용액에 넣으면 삼투에 의해 물이 세포 밖으로 많이 빠져나가 세포질이 수축하고, 그에 따라 세포막이 세포벽으로부터 분리된다.

채점 기준	배점
5가지 용어를 모두 사용하여 옳게 설명한 경우	100 %
원형질 분리에 대한 내용이 없는 경우	50 %

II-3-02. 생명 시스템에서의 화학 반응 본문 170~171쪽

01 ④ 02 ⑤ 03 카탈레이스 04 ④ 05 ③
06 ④ 07 해설 참조 08 ⑤ 09 해설 참조 10 ⑤
11 ②

- 01 ㄱ, ㄴ. 동화 작용은 저분자 물질로부터 고분자 물질이 합성되는 작용으로, 광합성을 예로 들 수 있다.
ㄴ. 동화 작용이 일어나는 과정에서는 에너지가 흡수된다.
- 02 ㄱ, ㄴ. A는 효소가 없을 때, B는 효소가 있을 때의 활성화 에너지이다. 따라서 효소에 의해 감소하는 활성화 에너지의 크기는 'A-B'이다.
ㄴ. 반응물의 에너지가 생성물의 에너지보다 크므로 반응이 일어나면 C 만큼의 에너지가 방출된다.
- 03 과산화 수소가 물과 산소로 분해되는 반응을 촉진하는 효소는 카탈레이스이다.
- 04 ①, ② 생명체 안에서 일어나는 화학 반응(가)은 물질대사로, 생명체 밖에서 일어나는 화학 반응(나)보다 낮은 온도, 낮은 압력에서 일어난다.
③ (가)와 (나)에서 반응물과 생성물이 각각 같으므로 방출하는 에너지의 총량은 같다.
④, ⑤ (가)는 반응이 단계적으로 일어나며, 각 단계마다 다른 종류의 생체 촉매가 필요하다.
- 05 ㄱ. 시험관 A는 과산화 수소가 스스로 분해되어 기포가 발생하는지, 간 속에 있는 효소의 작용으로 기포가 발생하는지를 비교하기 위한 대조군이다.
ㄴ. 시험관 B에서 간 속에 있는 효소의 작용으로 과산화 수소의 분해가 촉진되어 기포가 발생하였으므로 과산화 수소수의 농도는 3 %보다 낮아진다.
ㄴ. 불씨가 활활 잘 타는 것으로 보아 시험관 B에서 발생한 기체는 산소라는 것을 알 수 있다.

- 06 ㄱ. 효소는 입체 구조에 들어맞는 특정 반응물하고만 결합한다.
ㄴ. 효소는 반응 전후에 입체 구조가 변하지 않으므로 여러 번 촉매 작용을 할 수 있다.
- 07 **모범 답안** 효소는 입체 구조가 들어맞는 반응물하고만 결합하여 촉매 작용을 하는데, 아밀레이스는 녹말하고는 입체 구조가 들어맞지만, 단백질하고는 입체 구조가 들어맞지 않기 때문이다.

채점 기준	배점
효소의 기질 특이성과 녹말의 입체 구조를 언급하여 옳게 설명한 경우	100 %
효소의 기질 특이성이나 녹말의 입체 구조 중 하나만 언급하여 설명한 경우	50 %

- 08 ㄱ. 반응이 진행되면서 농도가 높아지는 ㉠은 생성물이고, 농도가 낮아지는 ㉡은 반응물이다.
ㄴ. 효소는 반응물 ㉢과 결합하여 활성화 에너지를 낮춘다.
ㄴ. 반응 속도는 생성물의 생성 속도, 즉 그래프 ㉣의 기울기에 비례하므로 $t_1 > t_2$ 이다.

- 09 **모범 답안** 침 속에는 녹말 분해 효소인 아밀레이스가 들어 있는데, 침을 끓이면 열에 의해 아밀레이스의 입체 구조가 변하여 기능을 잃기 때문이다.

채점 기준	배점
열에 의해 효소의 입체 구조가 변한다는 내용을 포함하여 옳게 설명한 경우	100 %
열에 의해 효소가 기능을 잃었기 때문이라고만 설명한 경우	50 %

- 10 요소 합성, 단백질 소화, 혈액 응고, 포도당 합성은 모두 효소가 관여하는 생명 현상이다. 그러나 폐에서의 기체 교환은 세포막을 통한 확산으로, 효소가 직접 관여하지 않는다.
- 11 ㄱ. 싹튼 보리의 효소는 밥알의 녹말을 엿당으로 분해하는 작용을 촉진한다.
ㄴ. 키위의 단백질 분해 효소는 단백질을 분해하여 고기를 연하게 만든다. 동물 세포에는 세포벽이 없다.
ㄴ. 세제에 넣는 효소는 때의 주성분인 단백질과 지방을 분해하는 효소를 사용한다.

II-3-03. 생명 시스템에서 정보의 흐름 본문 172~173쪽

01 ⑤ 02 ㄱ, ㄴ 03 해설 참조 04 ⑤ 05 (가) 3염기 조합, (나) 코돈 06 ③ 07 ④ 08 해설 참조 09 ㉠ 22, ㉡ 30, ㉢ 22, ㉣ 30, ㉤ 25 10 ① 11 ③

- 01 ② 눈동자 색 유전자에는 멜라닌 합성 효소에 대한 정보가 저장되어 있다.
③ 눈동자 색 유전자에 따라 합성되는 효소의 양이 달라진다. 갈색 눈동자 유전자로부터 합성되는 효소의 양이 파란색 눈동자 유전자로부터 합성되는 효소의 양보다 많다.
④ DNA의 유전자에 저장된 정보에 따라 단백질이 합성되고, 단백질의 작용으로 형질이 발현된다.
⑤ 눈동자 색에 관여하는 색소는 멜라닌 한 가지이며, 유전자에 따라 효소 합성량이 다르고, 그로 인해 생성되는 멜라닌의 양이 달라 눈동자 색이 다르게 나타난다.
- 02 ㄱ. 유전자 이상으로 효소 A가 결핍되어 있다는 것은 유전자에 의해 효소 A의 합성이 조절된다는 것을 의미한다.

ㄴ. 페닐케톤뇨증인 사람은 효소 A가 결핍되어 페닐알라닌이 타이로신으로 전환되지 못하므로 정상인보다 페닐알라닌 농도가 높다.

ㄷ. 효소 A가 결핍된 사람은 페닐알라닌 섭취를 제한할 필요가 있지만, 페닐알라닌의 분해 산물인 타이로신 섭취를 제한할 필요는 없다.

- 03** **모범 답안** 단백질에 대한 정보는 DNA 염기 서열에 저장되어 있으며, 3개의 염기가 하나의 아미노산을 지정한다.

채점 기준	배점
저장 방식과 아미노산 지정을 포함하여 옳게 설명한 경우	100 %
저장 방식이나 아미노산 지정 중 하나만 포함하여 설명한 경우	40 %

- 04** ④ RNA는 DNA에 저장되어 있는 단백질 합성 정보를 세포질로 전달한다.

⑤ 유전 정보는 DNA에 염기 서열로 저장되어 있고, 전사 과정에서 RNA의 염기 서열로 바뀐 후, 번역 과정에서 아미노산 서열로 바뀐다.

- 05** 하나의 아미노산을 지정하는 DNA의 연속된 3개의 염기(가)는 3염기 조합이고, RNA의 연속된 3개의 염기(나)는 코돈이다.

- 06** ㄱ. RNA는 전사에 사용된 DNA 가닥과 상보적인 염기 서열을 가지므로 전사에 사용된 DNA 가닥은 Ⅱ이다.

ㄴ. 아미노산은 20종류이고, 코돈은 64종류이므로 한 종류의 아미노산을 지정하는 코돈은 한 종류 이상이다.

ㄷ. 단백질의 아미노산 배열 순서는 DNA의 유전 정보를 전사한 RNA의 염기 서열에 따라 결정된다.

- 07** ㄱ. RNA의 유전부호(코돈)는 염기 A, G, C, U로 구성된다.

ㄴ. 4종류의 염기가 3개씩 조합하여 하나의 부호를 이루므로 $4^3=64$ 종류가 형성된다.

ㄷ. 코돈은 DNA의 3염기 조합에서 전사된 것으로 상보적인 염기를 갖는다.

- 08** DNA 가닥으로부터 전사되는 RNA의 염기 서열은 CUA CAC UGC AUU이다.

모범 답안 ○-☆-◆-■

채점 기준	배점
아미노산 사슬 모형을 옳게 그린 경우	100 %
그 외의 경우	0 %

- 09** (가)와 (다)는 타이민(T)이 있으므로 DNA이고, (나)는 우라실(U)이 있으므로 RNA이다.

DNA 이중 나선은 염기가 상보적으로 결합하므로 (다)의 아데닌(A) 비율은 (가)의 타이민(T) 비율과 같은 22 %

이고, 사이토신(C) 비율은 (가)의 구아닌(G) 비율과 같은 30 %이며, 타이민(T) 비율은 (가)의 아데닌(A) 비율과 같은 25 %이다. 따라서 ㉔ 22, ㉕ 30, ㉖ 25이다.

RNA는 전사에 사용된 DNA 가닥과 상보적인 염기 서열을 가지므로 전사에 사용되지 않은 DNA 가닥과 염기 비율이 같다. (나)는 (가)로부터 전사되었으며, 염기 비율은 (다)와 같다. 따라서 ㉗ 22, ㉘ 30이다.

- 10** ㄱ. DNA 염기 서열이 CTT에서 CAT로 바뀌자 RNA 염기 서열이 GAA에서 GUA로 바뀌었다.

ㄴ. 코돈 GAA와 GUA가 지정하는 아미노산은 서로 다르다.

ㄷ. 비정상 헤모글로빈은 정상 헤모글로빈과 아미노산 1개만 다르고 나머지 아미노산은 같다. 따라서 비정상 헤모글로빈은 정상 헤모글로빈과 아미노산 개수가 같다.

- 11** ③ 리보솜은 단백질 합성 장소이며, 단백질에 대한 정보는 DNA에 저장되어 있다. 따라서 대장균에서 사람 단백질을 합성하기 위해서는 사람의 유전 정보가 저장되어 있는 DNA를 주입해야 한다.

Ⅲ-1-01. 지구와 생명의 역사에 변화를 가져온 화학 반응

본문 174쪽

01 ⑤ **02** 산소(O_2) **03** ② **04** ⑤ **05** X : 화석 연료, Y : 이산화 탄소 **06** ③

- 01** ㄱ. 광합성 생물이 출현한 이후 지구의 대기에는 원시 지구 대기에는 없었던 산소의 농도가 증가하게 되었다.

ㄴ. 광합성으로 생성된 산소 중 일부가 오존층을 형성하여 지구로 유입되는 유해 방사선을 차단함으로써 수중 생물이 육상으로 올라와 살 수 있게 되었다.

ㄷ. 대기 중의 산소의 농도가 증가하면서 산소 호흡을 하는 생명체 출현으로 에너지의 효율이 높아져 생물의 진화가 다양해졌다.

- 02** (가)는 광합성이고, (나)는 세포 호흡이다. ㉗은 광합성에서 포도당과 함께 생성되는 물질인 산소이다.

- 03** ㄱ. (가)는 광합성으로 빛에너지를 흡수한다.

ㄴ. (나)는 호흡으로, 포도당을 연소시켜 에너지를 생성한다.

ㄷ. (가)와 (나)는 모두 물질 사이에 산소가 이동하는 산화 환원 반응이다.

- 04 ㄱ. 철의 제련 반응으로 자연 상태에서 산화물의 형태로 존재하는 산화 철(III)에서 산소를 떼어 내어 순수한 철을 얻을 수 있게 되었다.
 ㄴ. 산화 철(III)은 산소를 잃고 철로 환원된다.
 ㄷ. 일산화 탄소는 산소를 얻어 이산화 탄소가 산화된다.
- 05 지질 시대 생물의 사체가 땅속에 묻혀 오랜 시간에 걸쳐 생성된 것은 화석 연료이다. 화석 연료의 성분 원소인 탄소(C)가 완전 연소하면 이산화 탄소를 생성한다.
- 06 ㄱ. X는 화석 연료이다. 화석 연료에는 석탄, 석유, 천연가스 등이 있다.
 ㄴ. 화석 연료의 주성분은 탄소(C)와 수소(H)이다.
 ㄷ. 화석 연료가 연소할 때 화석 연료의 성분인 탄소는 산화되어 이산화 탄소를 생성하고, 수소는 산화되어 물을 생성한다.

III-1-02. 산화와 환원으로 일어나는 다양한 변화

본문 175~176쪽

01 ⑤ 02 ⑤ 03 ⑤ 04 (가) Na, (나) C 05 ⑤ 06 ㉠ H₂O, ㉡ O₂, ㉢ CO₂ 07 ④ 08 ③ 09 해설 참조 10 ③ 11 ⑤

- 01 ①, ② 어떤 물질이 산소를 잃는 반응은 환원이고, 전자를 잃는 반응은 산화이다.
 ③ 메테인이 연소될 때 메테인의 탄소는 산소를 얻어 이산화 탄소가 산화된다.
 ④ 어떤 물질이 산소를 잃을 때 산소를 얻는 물질이 있으므로 산화 환원 반응은 항상 동시에 일어난다.
 ⑤ 철이 공기 중에서 부식되어 녹을 형성할 때 철은 전자를 잃고 산화된다.
- 02 ㄱ, ㄴ. 석회수가 뿌려져 흐려졌으므로 시험관에서 일어난 반응으로 이산화 탄소가 생성되었다. 즉, 산화 구리(II)는 산소를 잃고 구리로 환원되고, 탄소는 산소를 얻어 이산화 탄소가 산화된다.
 ㄷ. 산화 구리(II)의 산소와 탄소가 결합하여 생성된 이산화 탄소 기체가 시험관을 빠져나가므로 시험관 속 물질의 총 질량은 감소한다. 따라서 시험관 속 물질의 총 질량은 반응 전이 반응 후보다 크다.
- 03 ㄱ. 아연(Zn)은 전자를 잃고 아연 이온(Zn²⁺)으로 산화된다.
 ㄴ. 염산의 H⁺은 전자를 얻어 H₂로 환원된다.
 ㄷ. H₂ 분자 1개가 생성될 때 H⁺ 2개가 각각 전자 1개씩을 얻으므로 이동한 전자는 2개이다.

- 04 (가)에서 NaCl은 Na⁺과 Cl⁻이 결합한 이온 결합 물질로 NaCl이 형성될 때 Na는 전자를 잃고 Na⁺으로 산화된다. (나)에서 C는 산소를 얻어 CO₂로 산화된다.

- 05 ① Cu는 전자를 잃고 Cu²⁺으로 산화된다.
 ② Ag⁺은 전자를 얻어 Ag으로 환원된다.
 ③ Cu²⁺ 1개가 생성될 때 2개의 Ag⁺이 석출되므로 수용액 속 양이온의 수는 감소한다.
 ④ NO₃⁻은 반응에 참여하지 않는 구경꾼 이온이다.
 ⑤ 구리줄 표면에서 Cu 1개가 Cu²⁺으로 되어 수용액으로 녹아 들어갈 때 2개의 Ag이 생성되어 구리줄 표면에 달라붙으며 원자량은 Ag > Cu이므로 구리줄의 질량은 반응 후가 반응 전보다 크다.

- 06 (가)에서 ㉠은 H₂O이다. (나)에서 ㉠은 H₂O이므로 ㉡은 O₂이다. 또 (다)에서 ㉡과 ㉢은 각각 O₂, H₂O이므로 ㉣은 CO₂이다.

- 07 (가)에서 생성된 Na₂O는 Na⁺과 O²⁻이 정전기적 인력으로 결합하여 형성된 이온 결합 물질이다. 따라서 Na₂O이 생성될 때 O₂는 Na으로부터 전자를 얻어 환원된다. (나)에서 Fe₂O₃은 산소를 잃고 Fe로 환원된다. (다)에서 CuCl₂의 Cu²⁺은 전자를 얻어 Cu로 환원된다.

- 08 세포 호흡에서 포도당은 산화되어 이산화 탄소를 생성한다. 이로부터 ㉠은 '산화'이다. 질산 은(AgNO₃) 수용액에 구리(Cu)를 넣어 주면 Cu는 전자를 잃고 Cu²⁺으로 산화되므로 산화되는 물질은 Cu이다. 철의 제련 과정에서 Fe₂O₃은 산소를 잃고 Fe로 환원된다.

- 09 **모범 답안** 철이 전자를 잃고 철 이온으로 산화되어 용액 속으로 녹아 들어가고, 용액 속의 은 이온이 전자를 얻어 은으로 환원되어 석출된다.

채점 기준	배점
산화 환원되는 물질을 전자 이동으로 옳게 설명한 경우	100 %
산화 환원되는 물질 중 한 가지만 옳게 설명한 경우	50 %

- 10 ㄱ. (가)에서 Zn은 전자를 잃고 산화되고, 수용액 속 Cu²⁺은 전자를 얻어 환원된다.
 ㄴ. (나)에서 Fe은 전자를 잃고 산화되고, 수용액 속 Cu²⁺은 전자를 얻어 환원된다.
 ㄷ. (다)에서는 아무 변화가 없으므로 Zn이 Fe보다 이온으로 되려는 경향이 더 큼을 알 수 있다. 즉, Fe은 Zn보다 이온으로 되기(산화되기) 어렵다.

- 11 Mg과 CO₂의 반응은 다음과 같다.



- ㄱ. MgO이 생성될 때 Mg은 전자를 잃고 Mg²⁺으로 산화된다.

ㄴ. CO_2 가 Mg 과 반응할 때 CO_2 는 산소를 잃고 환원된다.
 ㄷ. MgO 은 Mg^{2+} 과 O^{2-} 이 결합한 이온 결합 물질이다.
 MgO 1개가 생성될 때 Mg^{2+} 이 1개 생성되므로 이동한 전자는 2개이다.

III-1-03. 우리 주변의 산과 염기

본문 177~178쪽

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

- 01 ① 염산과 암모니아수에는 모두 이온이 들어 있으므로 전기 전도성이 있다.
 ②, ③ 묽은 염산과 아세트산 수용액은 모두 수소 이온(H^+)이 들어 있는 산성 용액이므로 푸른색 리트머스 종이를 붉게 변화시키고, 마그네슘 조각을 넣으면 수소 기체가 발생한다.
 ④ 암모니아수는 염기성 용액으로 탄산 칼슘이 주성분인 달걀 껍데기와 반응하지 않는다.
 ⑤ 수산화 나트륨 수용액은 염기성 용액으로 페놀프탈레인 용액을 붉게 변화시킨다.

- 02 수산화 나트륨 수용액에 들어 있는 수산화 이온(OH^-)은 염기성을 나타내는 물질로 붉은색 리트머스 종이를 푸르게 변화시킨다. 수산화 나트륨 수용액에 전류를 흘려 주면 음이온인 OH^- 은 (+)극 쪽으로 이동한다.

모범 답안 실이 달은 부분이 푸르게 변하고 (+)극 쪽으로 푸르게 변한 부분이 이동한다. 이것은 수산화 나트륨 수용액의 음이온인 수산화 이온(OH^-)이 (+)극 쪽으로 이동하면서 붉은색 리트머스 종이를 푸르게 변화시키기 때문이다.

채점 기준	배점
붉은색 리트머스 종이의 변화와 그 까닭을 모두 옳게 설명한 경우	100%
붉은색 리트머스 종이의 변화만 옳게 설명한 경우	50%

- 03 ㄱ. CH_3OH 에는 $-\text{OH}$ 부분이 있지만 물에 녹아 이온화하지 않으므로 CH_3OH 은 염기가 아니다.
 ㄴ, ㄷ. 페놀프탈레인 용액을 붉게 변화시키는 물질은 물에 녹아 OH^- 을 내놓는 염기이다. NaOH 은 물에 녹아 OH^- 을 내놓고, NH_3 는 물과 반응하여 OH^- 을 내놓는 염기이다.
 ㄷ. CH_3COOH 은 물에 녹아 H^+ 을 내놓는 산이다.

- 04 A 수용액은 BTB 용액을 노란색으로 변화시키므로 산성 용액이다. 따라서 H^+ 이 들어 있어 마그네슘을 넣으면 기체가 발생하므로 ㉠은 '기체 발생'이다. B 수용액은 중성 용액이므로 H^+ 이나 OH^- 이 들어 있지 않다. C 수용액은 염기성 용액이므로 OH^- 이 들어 있으며, 마그네슘과 반응하지 않는다. 따라서 ㉡은 '변화 없음'이다.

- 05 ㄱ. X 수용액은 마그네슘과 반응하여 기체를 발생시키므로 산성 용액이다. 따라서 페놀프탈레인 용액을 붉게 변화시키지 못한다.

ㄴ. 풍선에 모인 기체는 수소이므로 석회수를 뿌렇게 흐리지 않는다.

ㄷ. X 수용액은 산성 용액으로 달걀 껍데기와 반응하면 이산화 탄소 기체가 발생하므로 마그네슘 대신 달걀 껍데기를 넣어도 기체가 발생하여 풍선이 부풀어 오른다.

- 06 ㄱ. (가)의 pH는 7보다 작고, (나)의 pH는 7보다 크다.
 ㄴ. (가)와 (나)에는 모두 이온이 존재하므로 전기 전도성이 있다.

ㄷ. (가)는 H^+ 이 들어 있으므로 산성 용액이고, (나)는 OH^- 이 들어 있으므로 염기성 용액이다. (가)와 (나)에 페놀프탈레인 용액을 떨어뜨리면 (나)만 붉게 변하므로 두 수용액을 구별할 수 있다.

- 07 ㄱ. BTB 용액이 초록색을 나타내는 C 수용액은 중성 용액이므로 C는 염화 나트륨이다. 염화 나트륨 수용액에는 Na^+ 과 Cl^- 이 들어 있으므로 전류가 흐른다. 따라서 ㉠에는 '흐름'이 적절하다.

ㄴ. BTB 용액이 노란색을 나타내는 A 용액은 산성 용액이므로 A는 염산이고, B는 수산화 나트륨이다. B 용액은 염기성 용액이므로 BTB 용액이 파란색을 띤다. 따라서 ㉡에는 '파란색'이 적절하다.

ㄷ. A는 염산이므로 수용액에는 H^+ 과 Cl^- 이 들어 있고, C는 염화 나트륨이므로 수용액에는 Na^+ 과 Cl^- 이 들어 있다. 따라서 A와 C 수용액에는 Cl^- 이 공통으로 들어 있다.

- 08 ㄱ. X 수용액은 붉은색 리트머스 종이를 푸르게 변화시키므로 염기성 용액이다. 따라서 수용액에는 OH^- 이 들어 있다.
 ㄴ. X 수용액은 염기성 용액이므로 마그네슘과 반응하지 않는다.

ㄷ. 암모니아가 물과 반응하면 OH^- 을 생성하므로 X와 같은 실험 결과를 나타낸다.



- 09 주어진 세 가지 물질은 모두 물에 녹아 H^+ 을 내놓는 산성 물질이다.

ㄱ. 단백질을 녹이는 성질이 있는 것은 염기이다.

ㄴ, ㄷ. 산은 메틸 오렌지 용액을 빨강게 변화시키고, 전기 전도성이 있다.

- 10 **모범 답안** 물에 녹아 수소 이온(H^+)을 공통으로 내놓기 때문이다.

채점 기준	배점
물에 녹아 수소 이온을 공통으로 내놓기 때문이라고 설명한 경우	100%
그 외의 경우	0%

01 ② 02 ④ 03 ④ 04 파란색 → 초록색 → 노란색
05 (1) (가)와 (나) 파란색, (다) 초록색, (라) 노란색 (2) 해설 참조
06 ③ 07 ③ 08 ② 09 ④ 10 ④

- 01 ①, ④ 중화 반응이 일어날 때 열이 발생하고, 중화점에서 용액의 색이 달라지므로 혼합 용액의 온도를 측정하거나 지시약의 색 변화로 중화점을 확인할 수 있다.
② 중화점에 도달한 용액에는 구경꾼 이온이 존재하므로 전기 전도성이 있다.
③, ⑤ 중화 반응은 산의 H^+ 과 염기의 OH^- 이 1 : 1의 개수비로 반응하여 H_2O 를 생성하는 반응이다.

- 02 ㄱ. B^+ 은 반응에 참여하지 않으므로 B^+ 의 수는 (나)에서와 같다.
ㄴ. 중화 반응이 일어나면 열이 발생하므로 용액의 최고 온도는 (가) 또는 (나)보다 높다.
ㄷ. H^+ 과 OH^- 은 1 : 1의 개수비로 반응하며, H^+ 의 수가 OH^- 의 수보다 많으므로 혼합 용액에는 H^+ 이 들어 있다. 따라서 산성을 띠므로 BTB 용액을 떨어뜨리면 노란색을 나타낸다.

- 03 ㄱ. 중화점에도 구경꾼 이온인 Na^+ 과 Cl^- 이 존재하므로 전류가 흐른다.
ㄴ. 중화 반응으로 생성된 물의 양이 많을수록 열이 많이 발생하므로 중화점에서 용액의 최고 온도가 가장 높다.
ㄷ. 중화점에서 용액의 색이 중성으로 변하므로 용액 전체가 초록색으로 변하는 지점이 중화점이다.

- 04 용액의 색상은 염기성에서 중성, 산성으로 변해 가므로 용액의 색은 파란색 → 초록색 → 노란색으로 변해 간다.

- 05 (1) (다)에서 최고 온도가 가장 높은 것으로 보아 염산과 수산화 나트륨 수용액은 2 : 1의 부피비로 반응한다. 따라서 (가)와 (나)는 반응하지 않은 수산화 나트륨 수용액이 남아 있는 염기성 용액이고, (라)는 반응하지 않은 염산이 남아 있는 산성 용액이다.
(2) **모범 답안** 중성, (나)에는 반응하지 않은 수산화 나트륨 수용액이 7.5 mL, (라)에는 반응하지 않은 염산이 15 mL 남아 있다. 염산과 수산화 나트륨 수용액은 2 : 1의 부피비로 반응하므로 (나)와 (라)를 혼합한 용액의 색상은 중성이다.

채점 기준	배점
용액의 색상과 그 까닭을 모두 옳게 설명한 경우	100 %
용액의 색상만 옳게 쓴 경우	30 %

- 06 ㄱ, ㄴ. (가)의 H^+ 2개와 (나)의 OH^- 2개가 모두 반응하므로 (다)는 중성 용액이고, 생성된 물 분자 모형은 2개이다.
ㄷ. 용액 속의 총 이온 수는 4로 모두 같다.

- 07 ㄱ. B는 중화 반응으로 생성된 물 분자 수가 최댓값이 된 이후 일정해지는 것으로 보아 완전 중화된 지점이다. 따라서 용액의 최고 온도가 가장 높다.
ㄴ. Cl^- 은 반응에 참여하지 않으므로 그 수는 A~C에서 모두 같다.

ㄷ. A는 완전히 중화되기 전이므로 산성 용액이고, C는 중화점 이후이므로 염기성 용액이다. 따라서 A와 C의 용액을 혼합하면 중화 반응이 일어나 열이 발생하므로 용액의 온도가 높아진다.

- 08 ① X 이온은 처음에는 존재하지 않다가 일정 지점부터 나타나 이후 계속 증가하므로 염산에서 반응에 참여하는 수소 이온(H^+)이다.
② A는 중성 용액, B는 산성 용액이므로 용액의 pH는 A가 B보다 크다.
③ 중화 반응에 참여하는 H^+ 이 A점 이후 증가하므로 A는 완전 중화된 지점이다. 중화된 이후 묽은 염산을 계속 가하면 중화 반응이 일어나지 않고 온도가 낮은 용액이 첨가되므로 용액의 온도가 낮아진다. 따라서 용액의 최고 온도는 A가 B보다 높다.
④ B는 중화점 이후 묽은 염산을 더 넣어 준 용액이므로 산성 용액이다. 따라서 B에 마그네슘을 넣으면 수소 기체가 발생한다.
⑤ 수산화 나트륨 수용액 20 mL와 완전히 중화하는 염산의 부피가 10 mL이므로 묽은 염산 10 mL에 들어 있는 이온 수와 수산화 나트륨 수용액 20 mL에 들어 있는 이온 수가 같다. 따라서 같은 부피에 들어 있는 이온 수는 묽은 염산이 수산화 나트륨 수용액보다 크다.

- 09 ㄱ. (가)에서 (나)로 될 때 그 수가 감소하는 ●은 OH^- 이다. (나)에는 OH^- 이 존재하므로 염기성 용액이고, ▲은 (가)에는 존재하지 않고 (나)에만 존재하므로 Cl^- 이다.
ㄴ. 수산화 나트륨 수용액 10 mL에 들어 있는 이온 수는 6이고, 묽은 염산 10 mL에 들어 있는 이온 수는 4이다. 따라서 같은 부피에 들어 있는 이온 수는 수산화 나트륨 수용액이 묽은 염산보다 크다.
ㄷ. 묽은 염산 5 mL에는 H^+ 이 1개 들어 있으므로 (나)에 묽은 염산 5 mL를 넣으면 중성 용액이 된다.

- 10 ㄱ. (가)는 수산화 나트륨 수용액을 넣어 주는 대로 증가하는 것으로 보아 반응에 참여하지 않는 이온이다. 또 (나)는 수산화 나트륨 수용액을 넣어 주어도 그 수가 일정하므로 반응에 참여하지 않는 이온이다. 따라서 (가)와 (나)는 모두 구경꾼 이온으로 반응에 참여하지 않는다.
ㄴ. 반응 전 염산에는 H^+ 과 Cl^- 이 같은 개수로 들어 있고, 수산화 나트륨 수용액에도 Na^+ 과 OH^- 이 같은 개수로 들어 있다. H^+ 과 OH^- 은 1 : 1의 개수비로 반응하므로 Na^+ 과 Cl^- 의 개수가 같아지는 지점에서 중화 반응이 완결된다. 즉, C는 중화점이므로 용액의 최고 온도가 가장 높다.
ㄷ. A와 B는 중화 반응이 완결되지 않은 산성 용액으로 BTB 용액을 떨어뜨리면 노란색을 나타낸다.

Ⅲ-2-01. 지질 시대의 환경과
생물 다양성

본문 181~183쪽

01 ② 02 ㄱ, ㄴ, ㄷ 03 ㄷ 04 ⑤ 05 ① 06 ㄱ,
ㄴ 07 ⑤ 08 ⑤ 09 ⑤ 10 ① 11 (가) 신생대
(나) 고생대 (다) 중생대 12 ㄴ 13 ㄴ 14 ㄱ 15 ㄱ,
ㄴ 16 ㄴ 17 해설참조

- 01 ① 화석은 석회암, 사암, 셰일 같은 퇴적암에서 주로 발견된다.
② 화석은 지질 시대에 살았던 생물의 유해나 흔적이 지층 속에 남아 있는 것이다.
③ 화석이 되려면 생물의 유해가 썩기 전에 퇴적물과 함께 빨리 매몰되어야 생물의 형태가 훼손되지 않아 화석으로 남을 수 있다.
④, ⑤ 표준 화석은 특정 지질 시대에만 번성하고, 넓은 지역에 분포하여 지층의 생성 시대를 알려 주는 화석이고, 지상 화석은 특정 환경에서만 번성하여 지층의 생성 환경을 알려 주는 화석이다.
- 02 ㄱ. 화석 A와 D는 서로 같은 지층에서 발견되므로 생존 시기가 비슷하다고 볼 수 있다.
ㄴ. 지질 시대는 생물 종의 출현과 멸종을 경계로 구분된다. 그림에서 지층 (나)와 (다)를 경계로 C가 멸종되고, A, B, D가 새롭게 출현하고 있으므로, 이를 경계로 지질 시대를 구분할 수 있다.
ㄷ. 지층 (다)에는 A, B, D 화석이 발견되므로 다른 지층에 비해 가장 많은 종류의 화석이 산출된다.
- 03 ㄱ. 현재 적도 지역에 빙하 퇴적층이 분포한다고 하여 과거 지질 시대에 빙하가 적도 지역에 있었다고 할 수는 없다. 빙하기에도 전 지구가 빙하로 덮힌 것은 아니기 때문이다. (가)와 같은 분포는 과거 고위도에서 빙하 퇴적층을 포함한 대륙이 오늘날과 같은 분포 위치로 이동하였다고 보는 것이 더 타당하다.
ㄴ. 메소사우루스는 민물에 살았던 파충류로 염분이 높은 해양을 건너다니며 살 수는 없다. (나)의 화석 분포는 과거 지질 시대에 두 대륙이 붙어 있었다는 증거가 된다.
ㄷ. 빙하 퇴적층의 분포 및 그 이동 방향을 통해 이동하기 전 대륙의 모습을 재구성할 수 있고, 민물 파충류였던 메소사우루스의 분포를 통해 서로 멀리 떨어진 두 지역이 과거 지질 시대에는 서로 가까이 있었다는 것을 알 수 있다. 이와 같이 빙하 퇴적층이나 화석의 분포는 대륙이 이동하였다는 중요한 증거가 된다.
- 04 A는 생존 기간이 길고 분포 지역이 좁아서 지상 화석으로 유용하다. 반면에, B는 생존 기간이 짧고 분포 지역이 넓어서 표준 화석으로 유용하다. A 지상 화석으로 유용한 것은 고사리(ㄷ)이고, B 표준 화석으로 유용한 것은 삼엽충(ㄱ)과 방추충(ㄴ)이다.

- 05 A는 선캄브리아 시대, B는 고생대, C는 중생대, D는 신생대이다. A 시대 초기의 대기에는 산소가 없었으나 약 27억 년 전부터 바다에서 해조류가 광합성을 시작하면서 산소가 방출되기 시작하였다. 육상 식물이 출현한 것은 대기 중에 산소가 많아지면서 오존층이 형성된 고생대 중기이다.
- 06 ㄱ. 삼엽충은 고생대의 표준 화석이고, 암모나이트는 중생대의 표준 화석이다.
ㄴ. 삼엽충과 암모나이트는 모두 해양 생물이다.
ㄷ. 고사리는 지질 시대 환경을 알려 주는 지상 화석으로, 고온 다습한 기후에서 번성했던 식물이다.
- 07 ㄱ. 신생대 말기에는 빙하기와 간빙기가 여러 차례 반복되었다.
ㄴ. 겉씨식물이 번성한 중생대의 평균 기온은 현재 평균 기온보다 높다.
ㄷ. 대기 중에 산소의 양이 증가하면서 오존층이 형성되고, 육상 생물이 출현하게 되었다.
- 08 ㄱ. A는 고생대 말 해양 생물의 대멸종을 나타낸 것으로, 고생대 말에 판게아가 형성되면서 지구 환경의 변화가 일어나 많은 해양 생물이 멸종하였다.
ㄴ. (나)는 중생대의 수륙 분포를 나타낸 것이다. 중생대 해양에서는 암모나이트가 번성하였다.
ㄷ. 대륙이 분리되어 이동하면서 대륙붕의 면적이 넓어지므로 해양 생물이 번성하였다.
- 09 ㄱ. 광합성 생물의 출현으로 지구에서 대기 중의 산소 농도가 증가하였다.
ㄴ, ㄷ. 대기 중의 산소 농도가 현재 대기 중의 약 10%가 되었을 때 오존층이 형성되었다. 오존층은 자외선을 차단하므로 지표에 도달하는 자외선의 양은 (가) > (나)이다. 따라서 오존층 형성 이후인 (나) 시기에 생물이 바다에서 육상으로 올라올 수 있었으며, 육상 생물의 수가 급격히 증가하였다.
- 10 ㄱ. (가) 암모나이트는 중생대의 표준 화석이다.
ㄴ. (다) 산호는 온난한 해양 환경에서 서식하였다.
ㄷ. (가)는 중생대, (나) 매머드는 신생대의 표준 화석이므로 (가)가 (나)보다 먼저 생성된 지층에서 발견된다.
- 11 (가)는 매머드가 번성한 시기이므로 신생대이고, (나)는 삼엽충과 양치식물이 번성한 시기이므로 고생대이다. (다)는 공룡이 번성한 시기이므로 중생대이다.
- 12 A는 선캄브리아 시대, B는 고생대, C는 중생대, D는 신생대이다.
ㄱ. A 시대는 선캄브리아 시대로, 화석이 많지 않다.
ㄴ. (나)는 암모나이트이고, C 중생대에 번성하였다.

ㄷ. D 시대는 신생대이며, 겉씨식물은 중생대에 번성하였으므로 신생대에 출현한 것이 아니다.

13 ㄱ. (가)는 공룡 발자국 화석이고, 공룡은 중생대에 살았던 대표적인 생물이다.

ㄴ. (나)는 산호 화석이고, 따뜻한 바다에서 살았던 생물의 화석이다.

ㄷ. 화석은 주로 퇴적암에서 발견된다.

14 ㄱ. (가) 시기는 고생대 말로 해양 생물의 대량 멸종이 있었던 시기이다. 따라서 이 시기에 고생대의 표준 화석인 삼엽충, 방추충 등이 멸종하였다.

ㄴ. A는 고생대에 해당하고, 공룡은 중생대(B)의 대표적인 표준 화석이다.

ㄷ. 초대륙인 판게아는 고생대 말, 즉 A 시대 말에 형성되었다.

15 ㄱ. 지질 시대 동안 대멸종은 5번 정도 나타났는데 그중 고생대 말(2.52억 년 전)에 나타난 대멸종 시기에 생물의 멸종 비율이 가장 높았다.

ㄴ. 생물이 멸종은 기후 변화, 대륙 이동에 따른 지구 환경의 급변, 운석 충돌 등과 관련이 있다.

ㄷ. 생물의 멸종 비율은 고생대 말에 가장 높았으며, 중생대의 멸종 비율이 고생대 말보다 낮은 것으로 보아 최근으로 올수록 생물의 멸종 비율이 증가한다고 볼 수 없다.

16 ㄱ. 남세균이 광합성을 통해 유기물을 합성하였으므로 바다의 유기물이 증가하였다.

ㄴ. 남세균은 독립 영양 생물이므로 물을 분해해서 광합성을 한다. 이때 생성된 산소가 대기로 빠져나가 대기에 산소 농도가 높아졌다.

ㄷ. 남세균은 이산화 탄소를 이용하여 스스로 유기물을 합성하였으므로 대기 중 이산화 탄소가 바다에 녹아들어 대기 중 이산화 탄소 농도는 감소하였다.

17 A는 고생대로, 고생대 말에 모든 대륙이 하나로 모여 판게아가 형성되었으며 이 때문에 해양 생물의 수가 급격히 감소하였다. B는 중생대로, 대륙이 분리되면서 해양 생물의 수가 증가하였다. C는 신생대로, 대륙이 점점 멀어지면서 해양 생물의 수도 중생대보다 증가하였다.

모범 답안 (1) A : 고생대, B : 중생대, C : 신생대

(2) 고생대(A) 말에 모든 대륙이 합쳐져서 판게아를 형성하면서 해양 생물의 서식지가 감소하고, 해류의 단순화로 기후 변화가 일어나 생물 종(과)의 수가 급격하게 감소하였다.

	채점 기준	배점
(1)	A, B, C를 모두 옳게 설명한 경우	25 %
(2)	판게아 형성과 서식지 감소를 언급하여 옳게 설명한 경우	75 %
	'판게아가 형성되었기 때문'이라고만 설명한 경우	25 %

Ⅲ-2-02. 자연 선택과 생물의 진화

본문 184~185쪽

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

01 ㄱ. 생물은 이용할 수 있는 자원에 비해 많은 수의 자손을 낳는다.

ㄴ. 같은 종의 개체라 하더라도 유전자와 환경의 차이에 의해 다양한 형질이 나타난다.

ㄷ. 환경에 적응하기 유리한 변이를 가진 개체가 환경에 대한 적응력이 높다.

02 ㄱ. 기린의 목 길이는 자손에게 전달될 수 있는 것으로 유전적 차이에 의한 변이이다.

ㄴ, ㄷ. 먹이가 부족한 환경이 되자 높은 곳의 먹이를 먹을 수 있는 목이 긴 기린이 자연 선택되었다.

03 **모범 답안** 생물은 변하지 않는 것이 아니라 자연 선택을 통해 진화한다고 생각하게 되었다. 진화의 관점으로 생물을 분류하게 되었다. 등

채점 기준	배점
다윈의 진화론이 과학에 준 영향을 옳게 설명한 경우	100 %
설명이 부족한 경우	30 %

04 ①, ④ 다윈이 진화론을 발표할 당시에는 유전의 원리가 정확하게 밝혀지지 않아 변이가 나타나는 원인과 부모의 형질이 자손에게 유전되는 원리를 명확하게 설명하지 못했다. ③ 다윈의 자연 선택설은 개인과 개인, 기업과 기업 간의 경쟁이 기반인 자본주의 사회의 발달에 영향을 주었다.

05 ② 자손에게 유전되는 유전적 변이는 진화의 원동력이 된다.

③ 환경의 차이에 의한 변이는 후천적인 것으로 자손에게 유전되지 않는다.

④ 유전적 변이는 축적된 돌연변이와 유성 생식 과정에서 의 생식세포의 다양한 조합으로 발생한다.

06 ㄷ. 자연 선택을 통해 환경 적응에 유리한 형질을 가진 개체가 더 많이 살아남아 자손을 남기므로 그 비율이 점차 증가한다.

07 **모범 답안** 각 섬마다 먹이 환경이 달라 그 먹이 환경에 적합한 모양의 부리를 가진 개체가 자연 선택되어 자손을 남기는 과정이 오랫동안 반복되면서 부리의 모양이 달라지게 되었다.

채점 기준	배점
먹이 환경과 자연 선택, 과정의 반복을 언급하여 옳게 설명한 경우	100 %
각 섬의 먹이 환경에 알맞은 개체가 자연 선택된 결과라고만 설명한 경우	50 %

- 08** ㄱ. 낮 모양 적혈구는 돌연변이에 의해 발생한 변이이므로 자손에게 유전될 수 있다.
 ㄴ, ㄷ. ㉠으로 인해 낮 모양 적혈구를 가진 사람은 말라리아에 대해 저항성이 있어 말라리아가 자주 발생하는 지역에서는 생존에 유리하다. 즉, 말라리아가 자주 발생하는 ㉠ 지역에서는 낮 모양 적혈구가 환경 적응에 유리한 변이이다.
- 09** ㄱ. 폴리에틸렌 구는 벨크로테이프에 잘 붙으므로 항생제 내성이 없는 일반 세균을 나타낸다.
 ㄷ. 과정 (나), (다)를 반복할수록 폴리에틸렌 구가 제거되므로 항생제 내성 세균 모형인 스타이로폼 구의 비율은 점점 높아진다.
- 10** ㄱ. 항생제를 사용하는 환경에서는 항생제 내성 세균이 살아남기에 유리하여 자연 선택되었다.
 ㄴ. 세균이 분열할 때 항생제 내성이 유전되어 항생제 내성 세균의 비율이 증가하였다.
 ㄷ. 항생제를 사용하지 않는 환경에서 항생제 내성이 생존에 불리한 형질은 아니므로 항생제 사용을 중지해도 항생제 내성 세균이 사라지는 것은 아니다.

Ⅲ-2-03. 생물 다양성의 중요성과 보전 방안

본문 186~187쪽

01 ③ **02** ② **03** ④ **04** ③ **05** ④ **06** 해설 참조 **07** ② **08** ⑤ **09** 해설 참조 **10** ③ **11** ①
12 A : 람사르 협약, B : 런던 협약, C : 생물 다양성 협약

- 01** ㉠ 생태계 다양성은 산, 강, 초원 등 생태계가 다양함을 의미한다.
 ㉡ 종 다양성은 한 지역에 서식하는 생물종의 다양한 정도를 의미한다.
 ㉢ 유전적 다양성은 같은 종이라도 유전자의 차이가 있어 다양한 형질을 나타내는 것을 의미한다.
- 02** ㄱ. 생물종의 수는 5종으로 같다.
 ㄴ, ㄷ. 생물종의 수와 개체 수는 (가)와 (나) 지역에서 같고, 생물종의 분포는 (가) 지역이 (나) 지역보다 균등하므로 종 다양성은 (가) 지역이 높다.
- 03** 논은 사람이 경작하고자 하는 단일 품종의 작물을 심으므로 생물 다양성이 매우 낮다.

- 04** (가)는 종 다양성, (나)는 생태계 다양성, (다)는 유전적 다양성이다.
 ㄱ. 갯벌과 같이 두 생태계가 접하는 지역은 종 다양성이 높다.
 ㄷ. 유전적 다양성이 높을수록 환경이 급변했을 때 살아남는 개체가 존재할 확률이 높아 멸종될 가능성이 낮다.
- 05** ㄱ. 같은 종의 개체 사이에서 다양한 변이가 나타나는 것은 유전자가 다양하기 때문으로, 이는 유전적 다양성과 관련이 있다.
 ㄴ. 생태계에 따라 환경이 다르므로 그 생태계의 환경과 상호 작용 하며 사는 생물종과 개체 수도 달라진다. 따라서 생태계가 다양할수록 종 다양성과 유전적 다양성이 높아진다.
 ㄷ. 돌연변이는 새로운 유전자를 만들어 내므로 유전적 다양성을 증가시킨다.

- 06** ㉠은 유성 생식, ㉡은 무성 생식 방법이다.

모범 답안 씨를 이용해 번식하는 방법은 유전적으로 다른 두 개체가 만나 유전자를 조합하여 자손을 만들기 때문에 유전적으로 다양한 자손이 나타날 수 있지만, 줄기를 옮겨 심어 번식하는 방법은 모체의 유전자를 그대로 이어받은 자손만을 만들기 때문에 유전적으로 동일한 자손만 나타난다.

채점 기준	배점
유성 생식과 무성 생식의 특징을 들어 옮겨 설명한 경우	100 %
유성 생식이 무성 생식에 비해 자손의 형질이 다양하기 때문이라는 내용만 설명한 경우	50 %

- 07** ㄱ. 생물 자원이란 인간의 생활과 생산 활동에 이용되는 모든 생물을 의미하는 것으로, 유전자 자원도 생물 자원에 포함된다.
 ㄷ. 누에고치에서는 비단을 얻으며, 면섬유는 목화에서 얻는다.
- 08** ㄱ. 서식지가 분할되면 서식지 가장자리의 면적은 늘어나고, 서식지 중앙의 면적은 줄어든다. 따라서 서식지 중앙에 사는 생물이 더 큰 피해를 입는다.
 ㄷ. 생태 통로는 서식지 단편화로 인해 분리된 서식지를 연결해 준다.
- 09** **모범 답안** 배스가 유입된 후 생물종의 수가 감소하여 먹이 그물이 매우 단순해졌다. 따라서 생물 다양성이 감소하여 생태계 안정성은 낮아졌다.

채점 기준	배점
생물종 수의 변화와 생물 다양성의 변화를 언급하여 옮겨 설명한 경우	100 %
생물종 수의 변화와 생물 다양성의 변화 중 하나만을 언급하여 설명한 경우	50 %

- 10** 동식물뿐만 아니라 새로운 생태계에 유입된 생물은 모두 외래종이며, 의도적으로 도입된 생물도 외래종이다.

- 11 나. 숲보다 농경지가 생물 다양성이 훨씬 낮다.
 다. 외래종의 도입은 외래 유전자의 도입이라는 의미가 있으나 기존 생태계에 영향을 주어 생물 다양성을 감소시킬 위험이 있다.
- 12 A. 람사르 협약은 습지 보전을 위한 협약이다.
 B. 런던 협약의 내용은 폐기물 해양 투기를 억제하여 해양 오염을 방지하는 것이다.

IV-1-01. 생태계 구성 요소와 환경

본문 188~189쪽

01 개체 → 개체군 → 군집 → 생태계 02 ② 03 ③
 04 해설 참조 05 ④ 06 ① 07 ③ 08 ㄱ 09
 해설 참조 10 ④ 11 ⑤ 12 온도

- 01 개체는 하나의 생명체이고, 개체군은 같은 종에 속하는 개체들의 무리이다. 군집은 여러 개체군으로 구성되고, 생태계는 생물 군집과 비생물적 요인이 서로 영향을 주고받는 체계이다.
- 02 ① 비생물적 요인만 있다.
 ② 생산자(풀), 분해자(버섯), 소비자(참새), 비생물적 요인(토양)이 모두 있다.
 ③ 소비자만 있다.
 ④ 생산자(풀)와 소비자(토끼, 여우, 호랑이)가 있다.
 ⑤ 비생물적 요인(빛), 분해자(세균), 소비자(메뚜기, 개구리)가 있다.
- 03 A는 광합성을 하는 생산자, B는 다른 생물을 먹이로 하는 소비자, C는 사체와 배설물에 포함된 유기물을 분해하는 분해자, D는 비생물적 요인이다.
 ㄱ. A, B, C는 생물적 요인에 속한다.
 나. 식물 플랑크톤은 광합성을 하는 생산자(A)이다.
 다. 생태계를 구성하는 A~D는 모두 서로 영향을 주고받는다.
- 04 분해자는 죽은 생물이나 배설물을 무기물로 분해하여 다른 생물에게 양분으로 제공하거나 비생물 환경으로 돌려보낸다.
- 모범 답안** 유기물이 무기물로 분해되지 못하여 생태계 내에서 물질 순환이 원활하게 일어나지 않는다.

채점 기준	배점
유기물의 분해와 물질 순환을 언급하여 옳게 설명한 경우	100 %
유기물의 분해와 물질 순환 중 하나만 언급하여 설명한 경우	50 %

- 05 ① 빛, 물, 온도 등은 비생물적 요인이다.
 ② (나)는 생물적 요인이며, A는 분해자이다.
 ③ 물(비생물적 요인)이 식물(생물)의 생장에 영향을 주는 것은 ㉠의 예이다.
 ④ 토양(비생물적 요인)이 세균(생물)의 분포에 영향을 주는 것은 ㉠의 예이다.
 ⑤ 토끼(생물)와 풀(생물)이 서로 영향을 주고받는 것은 ㉡의 예이다.

- 06 ㄱ, 나. (가)는 (나)보다 울타리 조직이 발달하여 강한 빛에 광합성을 활발하게 하도록 적응하였다.
 다. 매우 추운 곳에 사는 털송이풀의 잎과 꽃에 털이 나 있는 것은 온도에 대한 적응 현상이다.

- 07 ㄱ. 파장이 짧은 빛이 바다 깊은 곳까지 투과한다.
 나. 바다의 깊이가 얇은 곳에는 녹조류가 주로 서식하나, 갈조류와 홍조류도 일부 서식한다.
 다. 녹조류는 주로 적색광을, 홍조류는 주로 청색광을 이용하여 광합성을 하므로 바다에서 분포하는 깊이가 다르다.

- 08 ㄱ. 사막여우는 북극여우보다 귀와 같은 몸의 말단부가 커서 열을 몸 밖으로 잘 방출한다.
 나. 추운 지역에 사는 북극여우는 몸집은 크고 몸의 말단부는 작아서 몸 밖으로 방출하는 열을 줄여 체온을 유지하도록 적응하였다.
 다. 사막여우와 북극여우의 몸의 형태는 서식지의 온도 환경과 밀접한 관련이 있다.

- 09 **모범 답안** 생물의 물질대사에는 효소가 관여하는데, 효소의 작용은 온도의 영향을 받는다. 따라서 생물은 물질대사가 원활히 일어나도록 하기 위해 다양한 방법으로 온도 변화에 적응하여 살아가고 있다.

채점 기준	배점
물질대사와 효소를 언급하여 옳게 설명한 경우	100 %
효소 언급 없이 물질대사가 온도의 영향을 받기 때문이라고만 설명한 경우	50 %

- 10 ④ 온대 지역에 사는 곤충의 행동은 일조 시간에 대한 적응 현상으로, 늦여름과 가을에 낮의 길이가 짧아지면 겨울잠을 자고, 이른 봄에 낮의 길이가 길어지면 활동을 시작하고 번식한다.

- 11 ㄱ. 물에 사는 연꽃은 뿌리와 줄기에 통기 조직이 발달하였다.
 나. 사막에 사는 선인장은 저수 조직이 발달하여 몸속에 물을 저장하고, 잎이 가시로 변하여 몸속의 물이 증발하는 것을 막는다.

- 12 변온 동물인 개구리의 겨울잠, 상록수인 사철나무의 두꺼운 큐티클층, 위도가 높은 곳에 사는 곰의 두꺼운 피하 지방층은 모두 온도에 대한 적응 현상이다.

IV-1-02. 생태계 평형

본문 190~191쪽

- 01 ⑤ 02 해설 참조 03 ④ 04 ④ 05 ②
06 ④ 07 해설 참조 08 해설 참조 09 ⑤ 10 ④
11 ④

- 01 ㄱ. 동물 플랑크톤은 1차 소비자이다.
ㄴ. 청어는 어떤 것을 먹느냐에 따라 1차, 2차, 3차 소비자 가 될 수 있다.
ㄷ. 생태계에서 생물들은 하나의 먹이 사슬로만 연결되지 않고 여러 개의 먹이 사슬에 동시에 연결되어 있다.

- 02 **모범 답안** 식물 플랑크톤 → 청어 → 고래. 각 영양 단계의 생물들이 생명 활동으로 사용하고 남은 에너지가 다음 단계로 이동하므로 단순한 먹이 사슬일수록 상위 영양 단계의 생물에게 많은 에너지가 전달될 것이다.

채점 기준	배점
먹이 사슬을 옳게 쓰고, 그 까닭을 영양 단계에 따른 에너지양을 언급하여 옳게 설명한 경우	100 %
먹이 사슬을 옳게 쓰고, 상위 영양 단계로 갈수록 에너지 양이 감소한다는 내용만 포함하여 설명한 경우	70 %
먹이 사슬만 옳게 쓴 경우	30 %

- 03 ㄱ. A는 생산자이므로 빛에너지를 화학 에너지로 전환하여 살아간다.
ㄴ. B는 1차 소비자이며 생산자로부터 유기물을 얻는다.
ㄷ. 버섯은 분해자(C)에 해당한다.

- 04 ㄴ. 멸치 위 속에 들어 있는 생물은 멸치의 먹이가 되는 생물이므로 멸치보다 하위 영양 단계의 생물이다.

- 05 ㄱ. A는 생산자이다.
ㄷ. 2차 소비자의 에너지 효율은 (가)에서는 $\frac{20}{100} \times 100 = 20\%$ 이고, (나)에서는 $\frac{24}{120} \times 100 = 20\%$ 로 같다.

- 06 ㄷ. 생태계 (다)에서는 쥐가 사라져도 매와 뱀, 늑대는 다른 먹이를 먹을 수 있으므로 생태계 평형이 유지될 수 있다. 그러나 한 종류의 먹이가 사라지므로 일시적인 개체 수 변화는 일어날 것이다.

- 07 **모범 답안** 생태계를 구성하는 생물 군집의 구성이나 개체 수, 물질의 양, 에너지의 흐름이 안정된 상태를 유지하여 생태계 구성 요소가 균형을 이루는 상태를 생태계 평형이라고 하며, 주로 먹이 사슬에 의해 유지된다.

채점 기준	배점
생태계 평형의 의미와 유지 요인을 옳게 설명한 경우	100 %
생태계 평형의 의미만 옳게 설명한 경우	70 %
생태계 평형 유지 요인만 옳게 쓴 경우	30 %

- 08 **모범 답안** C를 먹고 사는 B의 생물량은 감소하고, C의 먹이가 되는 D의 생물량은 증가한다.

채점 기준	배점
B와 D의 생물량의 변화를 C를 언급하여 옳게 설명한 경우	100 %
B와 D의 생물량 변화만 옳게 설명한 경우	40 %

- 09 ㄱ. 생태계 평형의 회복 과정은 ㉠ → ㉡ → ㉢ → ㉣이다.
ㄴ. 생태계 평형은 주로 먹이 사슬에 의해 유지되므로 먹이 그물이 복잡할수록 생태계 평형이 빠르게 회복된다.
ㄷ. 1차 소비자의 개체 수가 증가하면 먹이가 풍부해져 2차 소비자의 개체 수도 증가하며, 이들 사이에 이동하는 에너지양도 많아진다.

- 10 ㄱ. 숲을 벌채하여 경작지를 개발하면 종 다양성이 감소하여 생태계가 단순해진다.
ㄴ. 도시 중심부에 무질서하게 세워진 건물은 공기의 순환을 막아 오염 물질이 쌓이게 하며, 기온이 높아지는 열섬 현상이 나타나게 한다.
ㄷ. 홍수나 산불, 산사태 등과 같은 자연재해에 의해서도 생태계 평형이 깨질 수 있다.

- 11 ④ 생태계를 보전하기 위해서는 콘크리트 제방 대신에 나무, 풀, 흙 등과 같은 자연 재료를 이용하여 하천 주변에 생물 군집을 조성하고, 물길을 자연스럽게 만들어 주는 것이 좋다.

IV-1-03. 지구 환경 변화와 인간 생활

본문 192~194쪽

- 01 ④ 02 ㄱ 03 ㄱ, ㄴ 04 유엔기후변화협약(리우한
경협약) 05 ③ 06 ③ 07 ④ 08 ⑤ 09 ⑤
10 ③ 11 ④ 12 ⑤ 13 ④ 14 해설 참조
15 해설 참조

- 01 ① 온실 효과는 수증기와 이산화 탄소가 잘 흡수하는 적외선 영역에서 일어난다.
② 온실 효과를 일으키는 기체를 온실 기체라고 한다.
③ 온실 기체에는 이산화 탄소, 수증기, 메테인 외에도 오존, 일산화 이질소, 염화 플루오린화 탄소(CFC) 등이 있다.
④ 온실 효과는 대기 중의 온실 기체가 지구로 입사하는 태양 광선은 흡수하지 않고 지구 복사인 적외선은 흡수하여 지표로 재방출하기 때문에 발생한다. 이러한 온실 효과는 화석 연료의 사용과 관계없이 발생한다.
⑤ 대기가 흡수한 지구 복사 에너지를 지표로 재방출하여 지구의 온도가 높게 유지되는 현상을 온실 효과라고 한다.

02 ㄱ. 해수의 온도가 상승하면 해수의 열팽창 때문에 해수면의 높이가 상승하게 되므로 해안선이 육지 쪽으로 후퇴하여 육지의 면적이 감소한다.
 ㄴ. 대륙 빙하의 면적이 감소하면 빙하가 녹아 해수로 유입되어 해수면의 높이는 높아진다.
 ㄷ. 지구 온난화가 지속되면 빙하의 면적이 줄어들므로 지표면의 반사율이 감소한다.

03 그림은 이산화 탄소의 평균 농도 상승에 따른 지구의 평균 기온 상승을 나타내고 있다. 이산화 탄소에 따른 온실 효과의 강화로 지구 온난화가 진행되어 전 세계 해수면 높이가 상승하고, 빙하 면적의 감소로 지표면 반사율이 감소한다.

04 유엔기후변화협약(리우환경협약)은 지구 온난화를 방지하기 위해 모든 국가의 온실 기체 배출량을 규제할 목적으로 1992년 브리질 리우에서 채택한 국제 협약이다.

05 ㄱ, ㄴ. 우리나라는 겨울의 길이가 짧아지고, 여름의 길이는 길어지고 있으므로 봄의 시작이 빨라지고 있다.
 ㄷ. 겨울의 길이가 짧아지고 있으므로 겨울철에 영향을 미치는 시베리아 고기압의 영향이 줄어들고 있다.

06 ① 지구의 모양이 둥글기 때문에 지표면에 도달하는 태양 복사 에너지(A)의 양이 고위도로 갈수록 적어진다.
 ② 지구가 방출하는 지구 복사 에너지의 양도 적도 지역에서 극 지역으로 갈수록 적어지지만 태양 복사 에너지만큼 차이가 크지는 않다.
 ③ 지표면에 도달하는 태양 복사 에너지의 양은 저위도 지역에서는 지구 복사 에너지의 양보다 많으므로 에너지가 남고, 고위도 지역에서는 지구 복사 에너지의 양보다 적으므로 에너지가 부족하다.

07 ㄱ. A는 극순환이고, B는 페렐 순환이다.
 ㄴ. C 순환은 해들리 순환으로, 해들리 순환으로 지상에서 부는 바람은 무역풍이다.
 ㄷ. 대기 대순환은 해수의 순환과 함께 저위도의 남는 에너지를 고위도로 운반한다.

08 ㄱ. A 해역에서는 고위도로 난류(쿠로시오 해류)가 흐르고, B 해역에서는 저위도로 한류(캘리포니아 해류)가 흐르므로 A 해역은 B 해역보다 평균 수온이 높다.
 ㄴ. C 해역에는 무역풍 때문에 동에서 서로 남적도 해류가 흐른다.
 ㄷ. D 해역에는 고위도로 동오스트레일리아 해류가 흐르는데, 이 해류가 흐르는 과정에서 고위도로 열에너지가 수송된다.

09 ①, ②, ③, ④ 평상시 태평양 적도 해상에는 무역풍의 영향으로 태평양 서쪽(A) 해역이 태평양 동쪽(B) 해역보다 수온은 높고, 기압은 낮다. 무역풍이 약해진 엘니뇨 발생

시에는 이러한 현상이 반대로 나타나 남아메리카 지역은 홍수가 발생한다.
 ⑤ 엘니뇨는 기압과 수온의 변화가 서로 영향을 주고받는 기권과 수권의 상호 작용의 대표적인 예이다.

10 ㄱ. 무역풍이 약해져 서태평양의 저압대가 동쪽으로 이동한 (나)가 엘니뇨 발생 시이고, (가)는 평상시이다.
 ㄴ. 페루 앞바다에서 용승이 활발한 시기는 평상시인 (가)이다. 평상시에는 무역풍 때문에 페루 앞바다의 표층수가 서태평양으로 이동하고 용승 현상이 활발하여 동태평양이 서태평양보다 표층 수온이 낮아진다. 무역풍이 약해지면 엘니뇨 발생 시에는 동태평양에서 표층수의 이동이 약해지고 용승 현상이 약해진다.
 ㄷ. 영양 염류는 표층수보다 심층수에 많은데 평상시 (가)에서 용승 현상이 일어나 심층의 영양 염류가 표층으로 공급되어 좋은 어장을 형성하게 된다.

11 ㄱ. 사막은 주로 강수량보다 증발량이 많은 지역인 고압대 지역에서 잘 형성되므로 적도 지역보다는 중위도 지역에 분포한다.
 ㄴ, ㄷ. 사막화의 주요 원인으로는 삼림 벌채 등이 있으며, 중국의 사막 지역이 확대되면 우리나라의 황사 피해는 커질 것이다.

12 ㄱ. (증발량-강수량) 값이 큰 중위도 지역은 건조하여 사막이 잘 발달한다.
 ㄴ. 지나친 삼림 벌채는 사막화 지역을 확대시키므로 사막의 면적이 더욱 넓어질 것이다.
 ㄷ. 적도 지역에서는 증발도 활발하지만 강수량이 더 많아서 사막이 형성되지 않는다.

13 ㄱ. 적도 지역은 상승 기류가 발달하는 저압대 지역으로 강수량이 많으므로 사막이 거의 분포하지 않으며, 사막은 건조한 중위도 고압대 지역에 많이 분포한다. 따라서 사막화는 현재 사막의 분포가 가장 많은 중위도 지역에서 가장 심하게 일어날 것이다.
 ㄴ. 현재 사막 지역은 강수량이 적고 증발량이 많은 중위도 고압대 지역에 많이 분포하고 있다. 적도 지역은 저압대 지역으로 강수량이 많아 사막이 거의 분포하지 않는다.
 ㄷ. 지구 온난화가 진행될수록 건조한 지역의 가뭄이 더욱 심해지는데 이 때문에 식생 분포 지역이 감소하여 점점 사막화가 가속화될 것이다.

14 지구 온난화로 인한 기온 상승으로 대륙 빙하가 녹아서 해수의 양이 증가한다. 또한, 수온 상승으로 인한 열팽창으로 해수의 부피가 팽창한다.

모범 답안 지구 온난화로 인한 온도 상승으로 대륙 빙하가 녹고 해수의 열팽창이 일어나 평균 해수면이 상승한다.

채점 기준	배점
평균 해수면이 상승하는 두 가지 요인을 언급하여 옳게 설명한 경우	100 %
평균 해수면이 상승하는 두 가지 요인 중 어느 하나만 옳게 설명한 경우	50 %

- 15** 사막화의 원인은 자연적인 요인과 인위적인 요인으로 나눌 수 있다. 자연적인 요인으로는 극심한 가뭄과 건조화 현상의 장기화 등이 있으며, 인위적인 요인으로는 과잉 경작, 과잉 방목, 무분별한 삼림 벌채, 환경 오염으로 인한 기후 변화 등을 들 수 있다.

모범 답안 과잉 경작, 과잉 방목, 무분별한 삼림 벌채 등

채점 기준	배점
인위적 원인 두 가지를 모두 옳게 설명한 경우	100 %
인위적 원인을 하나만 옳게 설명한 경우	50 %

IV - 1 - 04. 에너지의 전환과 효율적 이용 본문 195~196쪽

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

- 01** 철수 : 전등에서는 전기 에너지가 빛과 열에너지로 전환된다.
영희 : 찻잔이 식으면서 찻잔 속의 물 분자가 에너지를 잃게 된다. 잃어버린 에너지는 공기 분자가 데워지면서 공기 분자에 전달된다.
민수 : 에너지는 보존되지만, 유용하게 쓸 수 있는 에너지가 점점 감소하므로 에너지를 절약해야 한다.
- 02** ㄱ. 바닷물이 증발하는 현상은 태양의 열에너지가 구름의 퍼텐셜 에너지로 전환되는 과정이다.
ㄴ. 비나 눈이 내리는 과정은 구름의 퍼텐셜 에너지가 운동 에너지로 전환되는 과정이다.
ㄷ. 수력 발전에서는 물의 퍼텐셜 에너지가 전기 에너지로 변환된다.
- 03** ㄱ. 장작은 화석 연료가 아니다.
ㄴ, ㄷ, ㄹ. LPG와 경유는 석유를 정제하여 얻는 연료이고, LNG는 땅속에 매장되어 있는 천연 가스를 말한다. 이들은 모두 지질 시대 생물로부터 비롯된 화석 연료이다.
- 04** ㄱ. 가솔린(휘발유)은 화석 연료이다.
ㄴ, ㄷ. 열기관은 열을 일로 바꾸는 장치이며, 기체가 연소될 때 팽창하는 힘을 이용하여 피스톤을 움직인다.

- 05** ㄱ, ㄴ. 전등 A가 40 W의 전력을 소비하면 밝기는 3200 루멘이 되므로 B보다 4배 더 밝다. 따라서 에너지 효율은 A가 B보다 더 좋다.
ㄷ. 1600루멘의 밝기를 얻기 위해서 A는 20 W를 소비하고, B는 80 W를 소비하므로 B가 전기 에너지를 더 많이 소비한다.

- 06** ㄱ. 열기관 A가 매초 하는 일은 $40 \text{ kJ} \times 0.2 = 8 \text{ kJ}$ 이다.
ㄴ. 열효율이 높을수록 손실되는 에너지가 적다. 따라서 열효율이 낮은 A의 에너지 손실이 많다.
ㄷ. 열효율이 높으면 같은 거리를 달릴 때 사용되는 연료의 양이 적다. 따라서 연료의 사용량은 B가 더 적다.

- 07** ㄱ. 백열전구의 에너지 효율이 형광등보다 낮으므로 열이 더 많이 발생한다.
ㄴ. 백열전구에서는 전기 에너지가 빛에너지와 열에너지로 전환된다.
ㄷ. 에너지 효율이 높을수록 같은 전기 에너지를 소비하더라도 더 밝다. 따라서 에너지 효율이 가장 높은 LED등이 같은 밝기를 얻기 위해 소비하는 전기 에너지의 양이 가장 적다.

- 08** 학생 B : 장작은 에너지 자급 주탁에 알맞은 난방 방식이 아니다.

- 09** '에너지 소비 효율 등급 표시' 제도는 소비자들이 에너지 효율이 높은 제품을 쉽게 구매하도록 유도하기 위해서 시행하고 있다.

모범 답안 소비자들이 에너지 효율이 높은 제품을 쉽게 구매하도록 유도하기 위해서이다.

채점 기준	배점
소비자들이 에너지 효율이 높은 제품을 쉽게 구매하도록 유도하기 위해서라고 옳게 설명한 경우	100 %
에너지를 절약하기 위해서라고만 설명한 경우	50 %

IV - 2 - 01. 전기 에너지의 생산

본문 197~198쪽

01 ④ 02 ③ 03 ① 04 ③ 05 (가)-(라)-(나)-(다)
06 A : 화학, B : 운동, C : 운동 07 ① 08 ④ 09 ⑤
10 ① 11 ③

- 01** ㄱ, ㄷ. 유도 기전력은 코일을 통과하는 자기장의 변화에 비례하므로 자석의 속도가 같을 경우 자석의 세기가 클수록 유도 기전력이 크다.
ㄴ. 유도 기전력은 코일의 감은 수에 비례한다.

02 ㄱ, ㄷ. 유도 기전력의 크기는 자석의 극이나 코일을 감은 방향과는 관계가 없다.
 ㄴ, ㄹ. 유도 기전력의 크기는 자석의 세기, 자석의 속력, 코일의 감은 수에 따라 달라진다.

03 ㄱ. 코일 감은 수를 증가시키면 유도 기전력이 증가하므로 발광 다이오드에 불이 켜진다.
 ㄴ. 자석의 극을 바꾸면 유도 전류의 방향이 바뀔 뿐 유도 기전력의 세기와는 관계가 없다.
 ㄷ. 악력기를 천천히 움직이면 유도 기전력이 작아지므로 발광 다이오드에 불이 켜지지 않는다.

04 ㄱ. (가)의 경우 자석의 N극이 코일에 다가오므로 유도 전류는 반시계 방향으로 흐른다. (나)의 경우 자석의 S극이 코일에서 아래쪽으로 멀어지므로 유도 전류는 시계 방향으로 흐른다.
 ㄴ. h 가 클수록 자석을 통과할 때의 속력이 빠르다. 따라서 h 가 클수록 유도 전류의 세기가 크다.
 ㄷ. 역학적 에너지의 일부가 유도 전류에 의한 전기 에너지로 전환되므로 역학적 에너지는 (나)의 경우가 (가)보다 작다.

05 석유나 석탄과 같은 화석 연료를 보일러에서 연소시킨 후 (가), 보일러에서 물을 끓여 고압의 증기를 만든다(라). 이 고압의 증기를 이용하여 터빈을 회전시키고(나), 터빈에 연결된 발전기에서 전기 에너지가 생산된다(다).

06 (가) 연료를 연소하는 과정에서 연료의 화학 에너지가 열에너지로 전환된다.
 (나) 터빈을 회전시키는 과정에서 열에너지가 운동 에너지로 전환된다.
 (다) 터빈에서는 운동 에너지가 전기 에너지로 전환된다.

07 ① 핵발전은 우라늄이 핵분열할 때 방출되는 열을 이용하여 전기 에너지를 생산한다.

08 ㄱ. 증기의 힘으로 터빈을 돌리는 것은 화력 발전과 핵발전이다.
 ㄴ. 수력 발전은 물의 중력 퍼텐셜 에너지, 핵발전은 핵에너지를 이용하므로 화석 연료를 이용하지 않는다.
 ㄷ. 화력 발전, 수력 발전, 핵발전 방식은 모두 전자기 유도 현상을 이용한다.

09 ㄱ. 화력 발전은 핵발전에 비해 건설 비용이 적게 든다.
 ㄴ. 수력 발전은 화석 연료를 사용하지 않으므로 이산화탄소의 배출이 적다.
 ㄷ. 핵발전은 핵분열할 때 발생하는 막대한 에너지를 이용하므로 화력 발전에 비해 전기 에너지의 생산 효율이 높다.

10 ㄱ. 자석을 $-z$ 방향으로 움직이면 $+z$ 방향의 반대 방향

으로 움직이므로 유도 전류의 방향이 반대가 된다. 따라서 검류계 바늘은 오른쪽으로 움직인다.
 ㄴ, ㄷ. 자석이 $+z$ 방향으로 움직이는 경우는 자석이 코일에서 멀어져서 자기장이 감소하는 방향이다. $+x$ 또는 $-y$ 방향 모두 자기장이 감소하는 방향이므로 유도 전류의 방향은 같다. 따라서 모두 왼쪽으로 움직인다.

11 ㄱ. 마이크의 진동판이 진동하면 진동판과 함께 코일이 진동하여 유도 전류가 발생한다.
 ㄴ. 유도 전류의 방향이 계속 변하므로 코일에 흐르는 전류는 교류이다. 즉, 코일에 흐르는 전류의 방향은 변한다.
 ㄷ. 마이크에서는 진동판의 진동수와 동일한 진동수의 유도 전류가 코일에 흐르게 된다.

IV-2-02. 전기 에너지의 수송

본문 199~200쪽

01 ② **02** ① **03** 해설 참조 **04** ④ **05** ③
06 ③ **07** ⑤ **08** ㉠ 220 V, ㉡ 1 A, ㉢ 220 W, ㉣ 2 A
09 $\frac{19}{20}P_0$

01 발전소에서 변전소까지 전력을 전달하는 과정을 송전, 변전소에서 각 가정까지 전력을 전달하는 과정을 배전이라고 한다. 변전소에서는 전압을 변화시킨다.

02 $P=VI$ 이므로 $I=\frac{P}{V}=\frac{2200\text{ W}}{220\text{ V}}=10\text{ A}$ 이다.
 $P_{\text{손실}}=I^2r=(10\text{ A})^2\times 1.1\ \Omega=110\text{ W}$ 이다.

03 **오범 답안** 손실 전력의 비율은 $\frac{110\text{ W}}{2200\text{ W}}\times 100=5\%$ 이다.

채점 기준	배점
손실 전력의 비율을 풀이 과정과 함께 옳게 구한 경우	100 %
풀이 과정 없이 손실 전력의 비율만 쓴 경우	50 %

04 ㄱ, ㄴ. (나)에서 열이 더 많이 발생하므로 전류의 세기가 더 크고, 소비 전력도 더 크다.
 ㄷ. 니크롬선에서는 전기 에너지가 열에너지로 전환된다.

05 ㄱ. 변압기에서 전압의 비는 코일의 감은 수의 비와 같다. 2차 코일의 전압을 V_2 라고 하면,
 $\frac{V}{V_2}=\frac{N_1}{N_2}$ 이므로 $V_2=\frac{N_2}{N_1}V$ 이다.
 ㄴ, ㄷ. 변압기는 전자기 유도 현상을 이용하며, 전류의 방향이 계속 변하는 교류일 때 전자기 유도 현상이 일어난다. 직류에서는 전압을 변화시킬 수 없다.

06 (가) $P_0 = V_0 I$ 에서 $I = \frac{P_0}{V_0}$ 이므로, 송전 전력이 일정할 때 송전 전압을 10배로 하면 송전 전류는 $\frac{1}{10}$ 배가 된다. 또한 손실 전력 $P_{\text{손실}} = I^2 r$ 에서 전류의 제곱에 비례하므로 손실 전력은 $\frac{1}{100}$ 배가 된다.

07 거미줄과 같이 복잡한 송전 전력망은 송전선로에 문제가 생겼을 때 우회하여 송전할 수 있다는 장점이 있다.
 ②, ④는 지능형 전력망의 장점이다.
 ③은 지중선로의 장점이다.

08 1차 코일과 2차 코일의 감은 수의 비가 1 : 2이므로 2차 코일의 전압은 220 V이다. 2차 코일에 연결된 저항에 흐르는 전류의 세기는 옴의 법칙에 따라 $I = \frac{V}{R} = \frac{220 \text{ V}}{220 \Omega} = 1 \text{ A}$ 이다.
 2차 코일에 연결된 저항의 소비 전력 $P_{\text{소비}} = V_2 I_2 = 220 \text{ V} \times 1 \text{ A} = 220 \text{ W}$ 이다.
 2차 코일의 소비 전력과 1차 코일의 공급 전력이 같으므로, $P_{\text{공급}} = 220 \text{ W}$ 가 되어 $220 \text{ W} = 110 \text{ V} \times I_1$ 이다. 따라서 1차 코일에 흐르는 전류의 세기 $I_1 = 2 \text{ A}$ 이다.

09 송전 전압이 V_0 일 때 가정에서 사용할 수 있는 전력이 $\frac{4}{5}P_0$ 이므로 손실 전력은 $\frac{1}{5}P_0$ 이다. 즉, 공급 전력의 20 %가 손실된다. 송전 전압을 2배로 하면 손실 전력은 $\frac{1}{4}$ 배가 되므로 $\frac{1}{20}P_0$ 이 된다. 즉, 5 %만 손실 전력이 된다. 따라서 가정에서 사용할 수 있는 전력은 $\frac{19}{20}P_0$ 이다.

IV-2-03. 태양 에너지 생성과 전환

본문 201~202쪽

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

01 ② 태양에서 생성된 에너지는 전자기파 형태, 즉 복사에 의해 우주로 방출된다.

02 ㄱ. 수소 핵융합 반응에서 수소 원자핵 2개가 충돌하여 중수소 원자핵이 되고, 중수소 원자핵과 수소 원자핵이 충돌하여 헬륨 원자핵이 된다. 따라서 (가)는 수소이다.
 ㄴ. 원자핵이 융합할 때마다 질량 결손이 발생하여, 이것이 에너지로 방출된다.

ㄷ. 헬륨3 원자핵 1개가 생성될 때까지 3개의 수소 원자핵이 관여하므로 헬륨 원자핵이 생성될 때까지 6개의 수소 원자핵이 관여한다.

03 **오답** **오른쪽**. 원자핵의 구성 입자들이 원자핵을 이룰 때 질량 결손이 발생하여 양성자 2개와 중성자 2개의 질량 합보다 헬륨 원자핵의 질량이 작기 때문이다.

채점 기준	배점
기울어지는 쪽과 그 까닭을 옳게 설명한 경우	100 %
기울어지는 쪽을 옳게 쓰고, 질량이 줄어들기 때문이라고만 설명한 경우	50 %
기울어지는 쪽만 옳게 쓴 경우	30 %

04 ㄱ. 초전도체는 강한 전류를 흘려보내도 열이 발생하지 않아 매우 강한 자기장을 만들 수 있다.
 ㄴ. 초고온 상태에서는 원자핵이 전자와 분리된 플라스마 상태로 존재한다.
 ㄷ. 터빈의 회전에 의해 운동 에너지가 전기 에너지로 전환되므로 발전 과정에서 전자기 유도 현상을 이용한다.

05 ㄱ. 중수소는 양성자 1개 중성자 1개로 이루어져 있고, 3중 수소는 양성자 1개와 중성자 2개로 이루어져 있으며, 헬륨 원자핵은 양성자 2개와 중성자 2개로 이루어져 있으므로 ㉠은 중성자이다.
 ㄴ. 반응에 관여하는 양성자는 2개이다.
 ㄷ. 핵융합 발전의 연료인 중수소와 3중 수소는 바닷물에 풍부하다.

06 ㄱ. (가)는 태양 내부에서 일어나지만, (나)는 핵융합 발전에서 이용하는 반응으로 태양 내부에서는 일어나지 않는다.
 ㄴ, ㄷ. (가)와 (나) 모두 방출되는 에너지는 질량 결손에 의한 것으로 주로 열에너지 형태이다.

07 **오답** **오른쪽**. 방출되는 에너지는 (가)에서가 (나)에서보다 크다. 반응에서 방출되는 에너지는 질량 결손이 클수록 큰데, (가)에서는 0.0277 u, (나)에서는 0.0189 u만큼 질량 결손이 발생하기 때문이다.

채점 기준	배점
방출되는 에너지의 비교와 그 까닭을 옳게 설명한 경우	100 %
방출되는 에너지의 비교만 옳게 한 경우	50 %

08 ② 적도 지방의 남은 에너지는 대기와 해수의 순환에 의해 극지방으로 이동한다.

09 ㄱ. 지구의 대기와 해수에 흡수되어 물의 증발이나 바람을 일으키는 원인인 (나)는 태양 열에너지이다.
 ㄴ. (가)는 빛에너지이다. 태양 전지는 태양의 빛에너지를 직접 전기 에너지로 전환하는 장치이다.

ㄷ. 비나 눈은 호수, 강, 댐 등에 퍼텐셜 에너지 형태로 저장될 수 있다.

- 10 ㄱ. ㉠은 광합성이다. 식물의 광합성에 의해 태양 빛에너지가 화학 에너지로 전환된다.
 ㄴ. 위도에 따른 에너지 불균형은 대기와 해수의 순환에 의해 해소된다.
 ㄷ. 화석 연료의 연소 과정을 이용하여 자동차를 움직이게 할 수 있다.

IV-2-04. 발전과 지구 환경

본문 203~204쪽

01 ③ 02 ① 03 ㄱ, ㄴ, ㄷ 04 ② 05 해설 참조
 06 ④ 07 ② 08 ③ 09 ⑤ 10 해설 참조 11 ③

- 01 ㄱ. 양성자 수는 원자 번호와 같다.
 ㄴ. 양성자 수와 중성자 수의 합이 질량수인데, 양성자 수는 우라늄 235와 우라늄 238이 같으므로 중성자 수는 우라늄 238이 우라늄 235보다 많다.
 ㄷ. 핵분열을 일으키는 것은 우라늄 235이고, 우라늄 238은 핵분열을 일으키지 않는다.
- 02 ㄱ. 핵분열은 느린 중성자에 의해 일어난다.
 ㄴ. 핵분열 시 방출되는 중성자를 느리게 하기 위해서 감속재를 사용한다.
 ㄷ. 핵분열 시 방출되는 2~3개의 중성자가 연쇄 반응을 일으킨다.
- 03 ㄱ. 핵분열 반응은 핵연료가 들어 있는 원자로 안에서 일어난다.
 ㄴ. 터빈의 회전에 의해 발전기에서 전기 에너지가 생산되므로 전자기 유도 현상을 이용한다.
 ㄷ. 핵발전은 핵에너지를 이용하므로 이산화 탄소가 거의 발생하지 않는다.
- 04 ㄱ. 핵융합 반응은 초고온 상태에서 일어나지만, 핵분열 반응은 상온에서도 가능하다.
 ㄴ. 두 반응 모두 질량 결손이 에너지로 전환된다.
 ㄷ. 핵융합 반응에서 방출되는 중성자는 연쇄 반응과 관계가 없다.
- 05 **모범 답안** 빛에너지가 전기 에너지로 전환된다.

채점 기준	배점
빛에너지가 전기 에너지로 전환된다고 옳게 설명한 경우	100 %
그 외의 경우	0 %

- 06 ㄱ. 바람의 방향과 세기가 일정하지 않으므로 풍력 발전에서는 발전량을 정확히 예측하기 어렵다.
 ㄴ, ㄷ. 풍력 발전은 재생 에너지를 사용하므로 자원 고갈의 염려가 없고, 환경 오염 물질을 배출하지 않는다.
- 07 ㄱ. 핵에너지는 신재생 에너지가 아니다.
 ㄴ. 태양광 발전은 화력 발전이나 핵발전에 비해 에너지 효율이 낮다.
 ㄷ. 태양광 발전은 기상 현상의 영향을 크게 받는다.
- 08 ㄷ. 태양광 발전은 빛에너지를 직접 전기 에너지로 전환하는 방식으로, 발전기가 필요 없다.
- 09 ㄱ. 풍력 발전은 바람의 세기에 따라 발전량이 달라지므로 발전량을 조절하기 어렵다.
 ㄴ. 화석 연료나 바람의 운동 에너지의 근원은 태양 에너지이다.
 ㄷ. 화력 발전과 풍력 발전 모두 전자기 유도 현상을 이용한다.

- 10 **모범 답안** 에너지원이 무한하다. 환경 오염을 일으키지 않는다. 온실 기체를 발생시키지 않는다. 설치 후 유지 보수가 간편하다. 에너지 효율을 높이는 기술이 개발되고 있다. 중 두 가지

채점 기준	배점
미래에 태양광 발전이 가장 많이 활용될 것으로 예상되는 까닭 두 가지를 모두 옳게 설명한 경우	100 %
미래에 태양광 발전이 가장 많이 활용될 것으로 예상되는 까닭 한 가지만 옳게 설명한 경우	50 %

- 11 ③ 지하에 매장된 에너지는 결국 고갈되므로 지속 가능하지 않다.

IV-2-05. 에너지 문제를 해결하기 위한 인류의 노력

본문 205~206쪽

01 ③ 02 해설 참조 03 ④ 04 ① 05 (1) A, B, C (2) A, C (3) B 06 ③ 07 ④ 08 (1) (나), (다), (바) (2) (가), (마) 09 ③, ④ 10 ⑤

- 01 ①, ② 밀물과 썰물 때 해수면의 높이차가 생기는 것을 이용하여 전기를 얻는 조력 발전과 파도의 상하 및 좌우 운동을 이용하여 전기를 얻는 파력 발전은 모두 해양 에너지를 이용한 기술이다.
 ⑤ 바이오매스란 광합성 식물에 저장된 에너지인 생물체의 충칭을 이용해 에너지를 얻는 기술이다.

- 02** 수소 연료 전지의 전체 반응은 수소와 산소가 반응하여 물이 생성되는 반응이다. 따라서 최종 생성물로 물만 생성되므로 환경 오염 물질이 거의 배출되지 않는다.

모범 답안 반응물은 수소와 산소이고, 생성물은 물이다. 생성물이 물이므로 환경 오염 물질을 배출하지 않는다.

채점 기준	배점
반응물과 생성물을 옳게 쓰고, 장점을 옳게 설명한 경우	100 %
반응물과 생성물만 옳게 쓰거나, 장점만 옳게 설명한 경우	50 %

- 03** ㄱ. (가)는 조력 발전으로, 우리나라의 서해안은 크고 작은 만이 발달해 있고, 밀물과 썰물 때 해수면의 높이차가 크므로 조력 발전을 하기에 적합하다.
 ㄴ. 해양 에너지에는 조수 간만의 차를 이용한 조력 발전, 파도의 운동 에너지를 이용한 파력 발전, 해수의 이동에 의한 운동 에너지를 이용한 해류 발전 등이 있다.
- 04** A는 태양광 에너지이고, B는 수소 에너지, C는 파력 발전에 해당한다.
 ㄱ. 태양 에너지는 계절과 시간에 따른 변화가 심하다.
 ㄴ. 수소 연료 전지는 최종 생성물이 물이므로 이산화 탄소를 발생하지 않는다.
 ㄷ. 조수 간만의 차가 큰 하구나 만에 건설하여 발전하는 것은 조력 발전이다.
- 05** (1) 태양광 에너지, 파력 발전은 재생 가능한 재생 에너지이며, 수소 에너지는 신에너지로 자원 고갈에 대한 염려가 없는 에너지이다.
 (2) 태양광 에너지, 파력 발전은 날씨나 바람 등의 기상 조건의 영향을 받는다.
 (3) 수소 연료 전지는 화학 에너지를 직접 전기 에너지로 전환하므로 화력 발전에 비해 에너지 효율이 높다.
- 06** ㄱ, ㄴ. 물을 전기 분해 하면 (－)극에서는 물의 환원 반응이 일어나 수소 기체가 발생하고, (＋)극에서는 물의 산화 반응이 일어나 산소 기체가 발생한다.
 ㄷ. 물의 전기 분해는 전기 에너지를 이용하여 비자발적인 산화 환원 반응을 일으켜 물을 분해 하는 반응이다. 화학 에너지를 전기 에너지로 전환시키는 장치는 연료 전지이다.
- 07** (－)극에서 수소는 전자를 잃고 H^+ 으로 산화되면서 전해질을 통해 (＋)극 쪽으로 이동한다. 전자는 회로를 따라 (－)극에서 (＋)극으로 이동한다.
- 08** (1) 고갈될 염려 없이 지속적으로 사용할 수 있는 에너지 자원은 재생 에너지이다.
 (2) 화석 연료의 주성분은 탄소와 수소로, 연소할 때 발생하는 이산화 탄소는 지구 온난화의 원인 물질이다.
- 09** 단순히 에너지를 절약하는 수준을 넘어 에너지를 적게 소

비하는 구조로 바꾸고 에너지를 무조건 아껴쓰기 보다는 에너지 효율을 높이는 기술 개발이 필요하다.

- 10** ㄱ, ㄴ. (가)는 수소 연료 전지의 반응, (나)는 물의 전기 분해 반응으로 모두 반응 시 전자가 관여하는 산화 환원 반응이다. 수소 연료 전지에서 전자는 회로를 따라 (－)극에서 (＋)극으로 이동하며, 화학 에너지가 전기 에너지로 전환된다.
 ㄴ. 순수한 물은 전기가 통하지 않으므로 수산화 나트륨이나 황산 나트륨과 같은 전해질을 넣어 주어야 한다.

