



HIGH TOP

정답과 해설



1권

I 물질과 규칙성

- 1. 물질의 규칙성과 결합 ————— 2
- 2. 자연의 구성 물질 ————— 18

II 시스템과 상호 작용

- 1. 역학적 시스템 ————— 30
- 2. 지구 시스템 ————— 41
- 3. 생명 시스템 ————— 51



2권

III 변화와 다양성

- 1. 화학 변화 ————— 65
- 2. 생물 다양성과 유지 ————— 83

IV 환경과 에너지

- 1. 생태계와 환경 ————— 95
- 2. 발전과 신재생 에너지 ————— 105

I 물질과 규칙성

11 물질의 규칙성과 결합

01 우주 초기의 원소

탐구 확인 문제

1권 18쪽

01 ③, ④, ⑤ 02 (1) (가) 선 스펙트럼 (나) 흡수 스펙트럼 (2) 해설 참조

01 ⑤ 태양의 대기에 수소가 포함되어 있으므로 햇빛의 스펙트럼에는 수소의 선 스펙트럼에 나타나는 방출선과 같은 파장의 흡수선이 나타난다.

바로 알기 ② 기체 방전관에서 방출되는 빛을 분광기로 관측하면 선 스펙트럼이 나타난다.

02 (2) 태양의 스펙트럼과 원소의 스펙트럼을 비교하면 태양의 대기에 존재하는 원소의 종류와 함량을 알 수 있다.

모범 답안 | 태양의 대기에는 수소가 포함되어 있다.

채점 기준	배점(%)
태양의 대기에 수소가 포함되어 있다고 옳게 설명한 경우	100
수소의 선 스펙트럼에 나타나는 방출선과 같은 파장의 흡수선이 태양의 스펙트럼에 나타난다고 설명한 경우	50

개념 확인해서 **High로!**

1권 22-23쪽

01 ㄱ, ㄷ 02 A: 양성자, B: 전자, C: 쿼크 03 ㉠ 팽창, ㉡ 쿼크 04 A: 양성자, B: 중성자 05 A: 중수소 원자핵, B: 3중 수소 원자핵, C: 헬륨 원자핵 06 (1) 약 7:1 (2) 약 3:1 07 (1) (가) 수소 원자 (나) 헬륨 원자 (2) (가) < (나) 08 ㉠ 전자, ㉡ 우주 배경 복사 09 ㄴ 10 A: 연속 스펙트럼, B: 흡수 스펙트럼, C: 선 스펙트럼 11 (가) 선 스펙트럼 (나) 흡수 스펙트럼 12 ㄱ, ㄴ

01 ㄱ. 빅뱅 우주론에 의하면 약 138억 년 전 우주의 모든 물질과 에너지가 모인 한 점에서 빅뱅(대폭발)이 일어나 우주가 탄생하였다.

ㄷ. 빅뱅 이후 우주가 팽창하면서 우주의 온도는 계속해서 낮아졌다.

바로 알기 ㄴ. 빅뱅 우주론에 의하면 우주의 질량은 일정했는데 우주가 팽창하므로 우주의 밀도는 감소한다.

ㄹ. 우주는 균질하며 정적인 상태를 유지한다는 이론은 아인슈타인이 주장한 정적 우주론이다.

02 원자는 원자핵과 전자로, 원자핵은 양성자와 중성자로, 양성자와 중성자는 쿼크로 이루어져 있다. 따라서 A는 양성자, B는 전자, C는 쿼크이다.

03 빅뱅 직후는 매우 고온이므로 입자가 생성될 수 없었지만, 우주가 급격히 팽창하면서 온도가 낮아져 쿼크, 전자 등의 기본 입자가 최초로 생성되었다.

04 초기 우주에서는 양성자가 중성자로 변하는 과정과 중성자가 양성자로 변하는 과정이 자주 일어나서 양성자 수와 중성자 수가 거의 같았다. 그러나 우주의 온도가 낮아지면서 에너지를 필요로 하는 양성자에서 중성자로의 변환은 어려워지고, 에너지가 필요 없는 중성자에서 양성자로의 변환은 계속 일어났다. 그 결과 우주에는 중성자보다 양성자의 수가 더 많아져서 양성자와 중성자의 개수비는 약 7:1이 되었다. 따라서 A는 양성자, B는 중성자이다.

05 양성자 1개와 중성자 1개가 결합한 것(A)은 중수소 원자핵이고, 양성자 1개와 중성자 2개가 결합한 것(B)은 3중 수소 원자핵이며, 양성자 2개와 중성자 2개가 결합한 것(C)은 헬륨 원자핵이다.

06 (1) 헬륨 원자핵이 생성되기 직전에 양성자와 중성자의 개수비는 약 14:2=7:1이다.

(2) 양성자 2개와 중성자 2개가 결합하여 헬륨 원자핵이 생성된 후 수소 원자핵(양성자)과 헬륨 원자핵의 개수비는 약 12:1이고, 질량비는 약 3:1($=12\text{개} \times 1:1\text{개} \times 4$)이다.

07 (1) (가)는 양성자 1개로 이루어진 원자핵과 전자 1개가 결합한 것이므로 수소 원자이고, (나)는 양성자 2개와 중성자 2개로 이루어진 원자핵과 전자 2개가 결합한 것이므로 헬륨 원자이다. (2) (가) 수소는 질량이 1이고, (나) 헬륨 원자는 질량이 약 4이다. 따라서 (가)보다 (나)의 질량이 더 크다.

08 우주의 온도가 약 3000 K일 때 원자핵과 전자(㉠)가 결합하여 원자가 생성되면서 물질과 분리되어 우주로 퍼져 나간 빛을 우주 배경 복사(㉡)라고 한다.

09 나. 우주 배경 복사는 우주의 온도가 약 3000 K일 때 우주로 퍼져 나갔고, 우주의 팽창으로 온도가 점차 낮아져서 현재는 온도 약 3 K인 흑체에서 방출되는 에너지의 파장과 거의 일치한다.

바로 알기 가. 우주 배경 복사는 원자핵과 전자가 결합하여 원자가 생성되면서 우주 전역으로 퍼져 나갔다.

다. 우주 배경 복사는 우주가 팽창함에 따라 파장이 계속 길어졌다.

10 A는 고온의 별에서 방출된 빛을 관찰한 경우이므로 연속 스펙트럼이 나타나고, B는 별빛이 저온의 기체를 통과하는 경우이므로 흡수 스펙트럼이 나타나며, C는 고온의 별 주위에서 에너지를 얻어 가열된 기체가 빛을 방출하는 경우이므로 선 스펙트럼이 나타난다.

11 전자가 높은 에너지 준위에서 낮은 에너지 준위로 이동하면 에너지의 차이에 해당하는 파장의 빛을 방출하여 방출선이 나타난다. 따라서 (가)에서는 선 스펙트럼이 나타난다.

전자가 낮은 에너지 준위에서 높은 에너지 준위로 이동하면 에너지의 차이에 해당하는 파장의 빛을 흡수하여 흡수선이 나타난다. 따라서 (나)에서는 흡수 스펙트럼이 나타난다.

12 가, 나. 한 원소의 흡수선과 방출선이 나타나는 파장은 같으므로 별빛 스펙트럼에 나타나는 흡수선을 원소의 선 스펙트럼에 나타나는 방출선과 비교하면 별을 구성하는 원소의 종류를 알 수 있다.

바로 알기 다. 우주에 분포하는 수소와 헬륨의 질량비는 약 3:1이다.

02 무거운 원소의 생성

개념 확인해서 **High**로!

1권 34~35쪽

01 가, 나 02 가, 다 03 A: 내부 압력, B: 중력

04 (1) A: 탄소, B: 철 (2) (가) < (나) 05 (1) (가) > 태양

(2) C 06 나, 다 07 (1) 탄소 (2) 철 (3) 수소, 우라늄

08 철의 원자핵이 매우 안정하기 때문 09 (나) → (라) →

(다) → (가) 10 A: 철, 니켈, 구소 등, B: 얼음, 메테인 등

11 (1) (다) → (나) → (가) (2) (나)와 (가) 사이 12 나, 다

01 가. 성운 내부의 밀도가 큰 곳은 중력이 커서 주변의 성간 물질을 끌어 모아 원시별이 형성된다.

나. 원시별은 중력에 의해 수축하여 내부 온도가 높아지는데, 내부 온도가 1000만 K 이상으로 높아지면 수소 핵융합 반응이 시작되면서 별이 된다.

바로 알기 다. 별은 밀도가 크고 온도가 낮은 성운 속에서 탄생하기 쉽다.

02 다. 핵융합 반응 과정에서 반응 후의 총질량이 반응 전의 총질량보다 줄어들면서 에너지가 발생한다.

바로 알기 나. 주계열성의 중심부에서는 수소 핵융합 반응에 의해 헬륨이 생성된다.

03 주계열성에서는 수소 핵융합 반응에 의해 내부 기체가 밖으로 팽창하려는 내부 압력(A)과 별의 중심으로 수축하려는 중력(B)이 평형을 이루어 크기가 일정하게 유지된다.

04 (1) (가)의 중심부에서는 헬륨 핵융합 반응에 의해 최종적으로 탄소가 생성되고, (나)의 중심부에서는 구소 핵융합 반응에 의해 최종적으로 철이 생성된다.

(2) 질량이 태양과 비슷한 별은 중심부에서 탄소까지만 생성되고, 질량이 태양보다 훨씬 큰 별은 헬륨 핵융합 반응에 의해 탄소가 생성된 후에도 중심부의 온도가 계속 높아서 핵융합 반응이 계속 일어나 산소, 구소, 철까지 생성된다. 따라서 (가)보다 (나)의 질량이 더 크다.

05 (1) 질량이 태양과 비슷한 별은 행성상 성운과 백색 왜성으로 진화하고, 질량이 태양보다 훨씬 큰 별은 중성자별 또는 블랙홀로 진화한다. 따라서 별 (가)는 태양보다 질량이 크다.

(2) 철보다 무거운 원소는 초신성 폭발 과정에서 생성된다. 따라서 C 단계에 해당한다.

06 나. 금, 우라늄과 같이 철보다 무거운 원소는 초신성이 폭발할 때 발생하는 엄청난 에너지에 의해 생성된다.

다. 초신성으로 폭발할 때 폭발 과정에서 생성된 원소와 별의 내부에서 생성된 원소가 우주로 방출된다.

바로 알기 가. 초신성 폭발이 일어나는 별은 질량이 태양보다 훨씬 큰 별이다.

07 (1) 적색 거성의 중심부에서는 헬륨 핵융합 반응에 의해 탄소가 생성된다.

(2) 초거성의 중심부에서는 핵융합 반응에 의해 최종적으로 철이 생성된다.

(3) 수소는 빅뱅 이후 초기 우주에서 생성되었고, 철보다 무거운 우라늄은 초신성 폭발 과정에서 생성된다.

- 08** 철의 원자핵이 매우 안정하기 때문에 별의 내부에서 철이 생성된 후에는 핵융합 반응이 더 이상 일어나지 않는다.
- 09** 지금의 태양계 자리에 있던 성운이 주변에서 발생한 초신성 폭발의 영향으로 뭉쳐져 태양계 성운이 형성되었고, 태양계 성운이 회전하면서 수축하여 중심부가 볼록한 원반 모양을 형성하였다. 볼록한 중심부에서는 원시 태양이 형성되었고, 원반에서는 물질이 뭉쳐 미행성체가 형성되었으며, 미행성체의 충돌에 의해 원시 행성이 형성되었다. 따라서 시간 순서대로 나열하면 (나) → (라) → (다) → (가)이다.
- 10** 태양과 가까운 곳은 철, 니켈, 규소 등 녹는점이 높고 무거운 물질이 남아 미행성체를 형성하였고, 태양에서 멀리 떨어진 곳은 녹는점이 낮은 얼음이나 메테인 등이 응축되어 미행성체를 형성하였다.
- 11** (1) 지구의 형성 과정은 ‘(다) 미행성체의 충돌 시작 → (나) 마그마의 바다 형성 시작 → 맨틀과 핵의 분리 → (가) 원시 지각과 바다의 형성’ 순이다.
(2) 마그마의 바다 상태에서 마그마 속에 포함된 철과 니켈 등의 무거운 물질은 중력에 의해 지구 중심부로 가라앉아 핵을 이루었고, 상대적으로 가벼운 규소와 산소 등의 물질은 위로 떠올라서 맨틀을 이루었다. 따라서 맨틀과 핵의 분리가 일어난 시기는 (나)와 (가) 사이이다.
- 12** 나. 지구 전체에서 가장 많은 원소는 철이고, 두 번째로 많은 원소는 산소이다.
ㄷ. 지구의 대기는 질소가 약 78 %, 산소가 약 21 %를 차지하고 있다.
바로 알기 ㄱ. 지각에 가장 많은 원소는 산소이고, 두 번째로 많은 원소는 규소이다.

03 원소와 주기율표

탐구 확인 문제

1권 45쪽

- 01** ④, ⑤ **02** 해설 참조 **03** (가) 리튬(Li) (나) 나트륨(Na) (다) 칼륨(K)

- 01** ① 알칼리 금속 M이 공기 중의 산소(O_2)와 반응하여 생성된 물질의 화학식은 M_2O 이다. 이를 화학 반응식으로 나타내면 다음과 같다.

$$4M + O_2 \longrightarrow 2M_2O \text{ (M: 알칼리 금속)}$$
 ② 과정 ①에서 알칼리 금속과 물과의 반응성을 비교하면 $Li < Na < K$ 으로, 공기 중의 산소와 반응하는 빠르기도 이와 같다.
 ③ 과정 ②에서 알칼리 금속의 반응성은 $Li < Na < K$ 으로, 원자 번호가 커질수록, 즉 주기율표의 아래로 갈수록 반응성이 커지는 것을 알 수 있다.
 ④ 알칼리 금속이 공통적인 성질을 보이는 것은 원자가 전자 수가 같기 때문으로, 알칼리 금속의 원자가 전자 수는 모두 1이다.
바로 알기 ④ 과정 ②에서 알칼리 금속인 Li, Na, K은 물에 떠서 반응하므로 물보다 밀도가 작음을 알 수 있다. 알칼리 금속은 일반적인 금속에 비해 밀도가 작은 편이지만 K보다 원자 번호가 큰 Rb, Cs은 물보다 밀도가 크다.
 ⑤ 알칼리 금속과 물이 반응할 때 발생하는 수소 기체는 가연성이 있는 기체로, 불꽃을 가까이 하면 ‘뽕’ 소리를 내며 탄다. 다른 물질의 연소를 돕는 것은 산소이다.
- 02** 알칼리 금속은 과정 ①에서와 같이 공기 중의 산소와 반응하여 산화물을 형성하며 빠르게 광택을 잃는다. 또, 과정 ②에서와 같이 물과 매우 활발하게 반응한다. 따라서 알칼리 금속을 보관할 때는 물, 공기와의 접촉을 차단해야 하기 때문에 석유나 액체 파라핀 속에 넣어 밀봉하여 보관한다.
모범 답안 | 알칼리 금속은 물이나 산소와 매우 활발하게 반응하기 때문에 물과 산소를 차단하기 위해 석유나 액체 파라핀에 넣어 보관한다.

채점 기준	배점(%)
물, 산소와 반응하기 때문에 물과 산소를 차단하기 위해 서라는 것을 옳게 설명한 경우	100
물 또는 산소만 차단하기 위해서라고 설명한 경우	50

- 03** 알칼리 금속이 들어 있는 물질을 겉불꽃에 넣으면 특유의 색이 나타나는데, 리튬(Li)의 불꽃색은 (가)와 같은 붉은색, 나트륨(Na)의 불꽃색은 (나)와 같은 노란색, 칼륨(K)의 불꽃색은 (다)와 같은 보라색이다.

개념 확인해서 **High**로!

1권 48~49쪽

- 01** ㉠ 주기율, ㉡ 원자량 **02** ㄱ **03** ㄱ, ㄴ **04** (1) A: 금속 원소, B: 준금속 원소, C: 비금속 원소 (2) 해설 참조 (3) 해설 참조 **05** (1) 전자 껍질 (2) 에너지 준위 **06** (1) 8 (2) 전자가 들어 있는 전자 껍질 수가 같다. (3) 원자가 전자 수가 같다. (4) 해설 참조 **07** (1) 2 (2) 3주기, 2족 (3) 금속 원소 **08** (1) B, C, D (2) F (3) B, E **09** ㄱ, ㄴ, ㄷ **10** (1) 붉은 (2) 리튬(Li) < 나트륨(Na) < 칼륨(K) **11** ㄱ, ㄷ

01 원소들을 일정한 기준으로 배열할 때 일정한 간격으로 성질이 비슷한 원소가 나타나는 것을 주기율이라고 한다. 멘델레예프는 원자들의 상대적 질량인 원자량을 기준으로 주기율표를 만들었다.

02 ㄱ. 현대의 주기율표는 원자에 들어 있는 양성자 수, 즉 원자 번호를 기준으로 만들었다.

[바로 알기] ㄴ. 주기율표에서 화학적 성질이 비슷한 원소는 같은 세로줄인 족에 놓이며, 같은 세로줄에 위치하는 원소들은 동족 원소라고 한다.

ㄷ. 멘델레예프는 원자량을 기준으로 주기율표를 만들었다.

03 ㄱ. 주기율표의 가로줄을 주기, 세로줄을 족이라고 한다.

ㄴ. 같은 족에 속한 원소들은 원소의 화학적 성질을 결정하는 원자가 전자 수가 같으므로 화학적 성질이 비슷하다.

[바로 알기] ㄷ. 같은 주기에 속한 원소들은 전자가 들어 있는 전자 껍질 수가 같고, 같은 족에 속한 원소들은 원자가 전자 수가 같다.

04 (1) A는 주기율표에서 왼쪽과 가운데에 위치하는 금속 원소이고, C는 주기율표에서 주로 오른쪽에 위치하는 비금속 원소이다. 금속 원소와 비금속 원소의 경계에 위치하는 B는 금속 원소와 비금속 원소의 성질을 모두 가지고 있는 준금속 원소이다.

(2) **모범 답안** | 금속 원소인 A는 실온(25 °C)에서 대체로 고체 상태로 존재한다, 열과 전기 전도성이 있다, 특유의 금속 광택이 있다, 등

(3) **모범 답안** | 비금속 원소인 C는 실온(25 °C)에서 대체로 기체나 고체 상태로 존재한다, 대체로 열과 전기 전도성이 없다, 광택이 없다, 등

	채점 기준	배점(%)
(2)	금속 원소의 성질을 옳게 설명한 것 하나당	50
(3)	비금속 원소의 성질을 옳게 설명한 것 하나당	50

05 (1) 원자에서 전자는 특정한 에너지 준위를 갖는 궤도에만 존재하는데, 이를 전자 껍질이라고 한다.

(2) 전자가 들어 있는 궤도는 특정한 에너지만을 갖는데, 이 특정한 에너지를 에너지 준위라고 한다. 원자핵에 가까운 전자 껍질일수록 에너지 준위가 낮다.

06 (1) 전자 수가 8이고, 원자에서 양성자 수와 전자 수가 같으므로 양성자 수는 8이다. 따라서 X의 원자 번호는 8이다.

(2) 같은 주기 원소들은 전자가 들어 있는 전자 껍질 수가 같다.

(3) 같은 족 원소들은 원자가 전자 수가 같다.

(4) X는 전자가 들어 있는 전자 껍질 수가 2이므로 2주기 원소이고, 가장 바깥 전자 껍질에 들어 있는 전자 수가 6이므로 16족 원소이다.

모범 답안 |

주기 \ 족	1	2	13	14	15	16	17	18
1								
2						X		
3								
4								

채점 기준	배점(%)
주기율표에 X의 위치를 옳게 나타낸 경우	100

07 (1) X의 전자 배치에서 가장 바깥 전자 껍질에 들어 있는 전자 수가 2이므로 원자가 전자 수는 2이다.

(2) X는 전자가 들어 있는 전자 껍질 수가 3이므로 3주기 원소이고, 가장 바깥 전자 껍질에 들어 있는 전자 수가 2이므로 2족 원소이다.

(3) X는 3주기 2족 원소로, 주기율표에서 왼쪽에 위치하는 금속 원소이다.

08 (1) 전자가 들어 있는 전자 껍질 수가 2인 원소는 2주기에 속한 원소이므로 B, C, D가 이에 해당한다.

(2) 원자가 전자는 가장 바깥 전자 껍질에 있는 전자로, 화학 결합에 참여하는 전자이다. 주기율표에서 각 원소의 원자가 전자 수는 주기율표의 족 번호의 끝자리 수와 같고, 18족 원소는 원자가 전자 수가 0이다. 따라서 A의 원자가 전자 수는 0, B와 E의 원자가 전자 수는 1, C의 원자가 전자 수는 4, D의 원자가 전자 수는 6, F의 원자가 전자 수는 7이다.

(3) 같은 족에 속한 원소들은 원소의 화학적 성질을 결정하는 원자가 전자 수가 같은데, A~F 중 같은 족 원소는 B, E이다.

09 A는 전자가 들어 있는 전자 껍질 수가 2이고, 원자가 전자 수가 1이다. B는 전자가 들어 있는 전자 껍질 수가 3이고, 원

가 전자 수가 1이다. 따라서 A는 2주기 1족 원소, B는 3주기 1족 원소이다.

ㄱ. A와 B는 모두 원자가 전자 수가 1이므로 주기율표에서 1족에 속하는 원소이다.

ㄴ, ㄷ. A와 B는 1족에 속하는 알칼리 금속으로, 물과 반응하여 수소 기체를 발생한다.

[바로 알기] ㄷ. 알칼리 금속은 공기 중에서 쉽게 산화되어 산화물을 생성하기 때문에 알칼리 금속을 공기 중에 두면 빠르게 산화되어 광택을 잃는다.

10 (1) 알칼리 금속은 물과 반응하여 수소 기체를 발생하고, 물과 반응한 수용액은 염기성을 나타낸다. 따라서 페놀프탈레인 용액을 떨어뜨린 물에 알칼리 금속인 리튬을 넣으면 리튬이 물과 반응함에 따라 수용액은 붉은색으로 변한다.

(2) 알칼리 금속은 원자 번호가 클수록 반응성이 크므로 물과의 반응 정도를 비교하면 원자 번호 순서와 같은 리튬(Li) < 나트륨(Na) < 칼륨(K) 순이다.

11 ㄱ. 할로젠은 주기율표에서 17족에 속하는 원소이므로 원자가 전자 수는 7이다.

ㄷ. 할로젠은 수소를 비롯한 비금속 원소와도 반응하여 화합물을 생성한다. 할로젠이 수소와 결합한 화합물인 할로젠화 수소(HF, HCl, HBr, HI)는 모두 물에 녹아 산성을 나타낸다.

[바로 알기] ㄴ. 할로젠은 비금속 원소로 플루오린과 염소는 실온(25 °C)에서 기체 상태로, 브로민은 액체 상태로, 아이오딘은 고체 상태로 존재한다. 브로민은 비금속 원소 중 유일하게 실온에서 액체 상태인 원소이다.

ㄷ. 할로젠은 2개의 원자가 결합한 이원자 분자로 존재한다. 1개의 원자로 안정하게 존재하는 것은 다른 원소와 거의 반응하지 않는 18족 원소의 특징이다.

04 화학 결합과 물질의 성질

탐구 확인 문제

1권 57쪽

01 ③, ⑦ **02** (1) (가) 설탕 (나) 염화 나트륨 (2) 해설 참조 (3) 해설 참조

01 ③ 이온 결합 물질인 염화 나트륨이나 질산 칼륨은 물에 녹아 양이온과 음이온으로 나누어지므로 수용액 상태에서는 이온이 자유롭게 이동할 수 있다.

⑦ 이온 결합 물질인 염화 칼륨은 염화 나트륨이나 질산 칼륨과 마찬가지로 고체 상태에서는 전류가 흐르지 않지만 수용액 상태에서는 전류가 흐른다.

[바로 알기] ① 이온 결합 물질인 염화 나트륨과 질산 칼륨은 고체 상태에서는 나트륨 이온과 염화 이온, 칼륨 이온과 질산 이온이 각각 정전기적 인력에 의해 결합하고 있어 이온들이 자유롭게 이동하지 못하기 때문에 전류가 흐르지 않는다.

② 공유 결합 물질인 설탕과 포도당은 고체 상태에서 전기적으로 중성인 분자 상태로 존재한다.

④ 포도당은 물에 분자 상태로 녹아 있다.

⑤ 이온 결합 물질인 염화 나트륨과 질산 칼륨은 액체 상태에서 이온이 자유롭게 이동할 수 있으므로 전류가 흐른다.

⑥ 공유 결합 물질인 설탕과 포도당은 액체 상태에서 전기적으로 중성인 분자 상태로 존재하므로 전류가 흐르지 않는다.

02 (1) 공유 결합 물질인 설탕은 고체와 수용액 상태에서 모두 전류가 흐르지 않는다. 이온 결합 물질인 염화 나트륨은 고체 상태에서는 전류가 흐르지 않지만 수용액 상태에서는 전류가 흐른다. 따라서 (가)는 설탕이고, (나)는 염화 나트륨이다.

(2) **모범 답안** | (가)는 설탕으로, 설탕 수용액에서 설탕은 전하를 띠지 않는 분자 상태로 녹아 있기 때문에 전원을 연결해도 전류가 흐르지 않는다.

(3) **모범 답안** | (나)는 이온 결합 물질인 염화 나트륨으로, 고체 상태에서는 나트륨 이온과 염화 이온이 정전기적 인력에 의해 결합하고 있어 이동하지 못하기 때문에 전류가 흐르지 않는다.

채점 기준		배점(%)
(2)	공유 결합 물질인 설탕은 물에 전하를 띠지 않는 분자 상태로 녹기 때문이라는 것을 옳게 설명한 경우	100
	공유 결합 물질이기 때문이라고만 설명한 경우	40
(3)	염화 나트륨은 고체 상태에서는 이온들이 이동할 수 없기 때문이라는 것을 옳게 설명한 경우	100
	이온 결합 물질이기 때문이라고만 설명한 경우	40

01 ㄱ, ㄷ **02** (1) A, D (2) B, D (3) (가) B₂A (나) BC (다) DC₂ **03** 공유 결합 **04** ㄱ, ㄴ **05** 이온 결합, AB **06** ㄱ, ㄴ **07** ㄴ, ㄷ **08** ㄴ **09** 해설 참조 **10** ㄱ, ㄴ **11** (가) 이온 결합 물질 (나) 공유 결합 물질 **12** (1) ㄱ, ㄴ, ㄷ (2) 해설 참조

01 ㄱ, ㄷ. 주어진 세 가지 원자는 가장 바깥 전자 껍질에 전자가 모두 채워져 있으므로 주기율표의 18족에 속하는 원소이다.

[바로 알기] ㄴ. 18족 비활성 기체에 속하는 원소는 가장 바깥 전자 껍질에 전자가 모두 채워진 안정한 전자 배치를 가지고 있어 다른 원소와 결합을 잘 형성하지 않는다.

02 (1) 원자 A~D의 원자가 전자 수와 이온이 되기 위해 잃거나 얻는 전자 수, 형성된 이온 모형과 이온식은 다음 표와 같다. 따라서 이온의 전자 배치가 원자 번호 10인 네온(Ne)과 같은 것은 A, D이다.

	A	B	C	D
원자 모형				
원자가 전자 수	6	1	7	2
잃거나 얻는 전자 수	전자 2개 얻음	전자 1개 잃음	전자 1개 얻음	전자 2개 잃음
이온 모형				
이온식	A ²⁻	B ⁺	C ⁻	D ²⁺

(2) 양이온으로 되는 것은 원자가 전자 수가 1인 B와 원자가 전자 수가 2인 D이다. 이들은 원자가 전자 수만큼의 전자를 잃고 18족 비활성 기체와 전자 배치가 같아진다. 음이온으로 되는 것은 원자가 전자 수가 6인 A와 원자가 전자 수가 7인 C이다. 이들은 (8-원자가 전자 수)만큼의 전자를 얻고 18족 비활성 기체와 전자 배치가 같아진다.

(3) 양이온과 음이온이 결합한 이온 결합 물질은 양이온이 될 때 잃은 전자 수와 음이온이 될 때 얻은 전자 수가 같다. 즉, 양이온과 음이온이 전기적으로 중성이 되는 개수비로 결합하

로 화합물의 화학식은 다음 표와 같다.

구성 원소	양이온	음이온	개수비	화학식
A, B	B ⁺	A ²⁻	2 : 1	B ₂ A
B, C	B ⁺	C ⁻	1 : 1	BC
C, D	D ²⁺	C ⁻	1 : 2	DC ₂

03 주어진 모형에서 결합에 참여하는 두 원자가 전자를 1개씩 내어 만든 전자쌍 1개를 공유하면서 결합하고 있다. 따라서 주어진 화학 결합은 공유 결합이다.

04 ㄱ. A와 B가 화학 결합을 할 때 A는 전자를 잃고 양이온으로 되는 것으로 보아 A는 금속 원소이고, B는 비금속 원소이다. ㄴ. B는 A로부터 전자를 얻어 음이온이 되므로 A와 B가 결합하여 X를 형성할 때 B는 음이온으로 존재한다.

[바로 알기] ㄷ. 화합물 X가 형성될 때 A는 전자를 잃고 양이온으로 되고, B는 전자를 얻어 음이온으로 된다. A의 양이온과 B의 음이온은 정전기적 인력으로 결합하여 화합물 X를 이루므로 X는 이온 결합 물질이다.

05 A, B 원자 사이에 전자가 이동하면서 A 원자는 전자를 잃고 양이온이 되고, B 원자는 전자를 얻어 음이온이 된다. 따라서 A와 B로 이루어진 물질은 A의 양이온과 B의 음이온이 정전기적 인력에 의해 결합한 이온 결합 물질이다. A의 이온은 A 원자가 전자를 2개 잃고 형성된 양이온인 A²⁺이고, B의 이온은 B 원자가 전자 2개를 얻어 형성된 음이온인 B²⁻이다. A²⁺과 B²⁻으로 이루어진 물질은 전기적으로 중성이 되어야 하므로 A²⁺과 B²⁻이 1 : 1의 개수비로 결합한다. 따라서 화학식은 AB이다.

06 ㄱ. 화합물 X에서 A 원자는 2개의 B 원자와 전자쌍 1개씩 만들어 공유하는 데 각각 전자 1개를 내놓으므로 가장 바깥 전자 껍질에 들어 있는 전자 수는 6이다. 따라서 A의 원자가 전자 수는 6이다.

ㄴ. X에서 B 원자는 전자쌍을 공유하여 가장 바깥 전자 껍질에 전자 2개를 가지므로 헬륨과 전자 배치가 같다.

[바로 알기] ㄷ. X는 A 원자와 B 원자가 전자쌍을 공유하여 결합하므로 공유 결합 물질이다.

07 ㄴ. (나)에서 결합하는 두 원자가 각각 전자 2개씩을 내어 전자쌍 2개를 만들어 공유하면서 결합하고 있다. 따라서 (나)에는 2중 결합이 있다.

ㄷ. (가)에서는 원자가 전자 수가 5인 2개의 원자가 공유 결합을 형성하고, (나)에서는 원자가 전자 수가 6인 2개의 원자가

공유 결합을 형성하고 있다. 전자가 들어 있는 전자 껍질 수가 2이고, 원자가 전자 수가 5 또는 6인 원소는 비금속 원소이다.

[바로 알기] ㄱ. (가)에서 결합하는 원자의 원자가 전자 수는 5인데, 두 원자가 각각 전자를 3개씩 내어 전자쌍 3개를 만들어 공유하면서 결합하고 있다. 따라서 원자의 모든 전자가 공유 결합을 하는 데 참여하는 것은 아니다.

08 ㄴ. 공유 결합 물질인 (나)는 물에 녹아 분자 상태로 존재하므로 전원을 연결해도 전류가 흐르지 않는다.

[바로 알기] ㄱ. 이온 결합 물질인 (가)는 물에 녹아 양이온과 음이온으로 나누어지므로 전원을 연결하면 전류가 흐른다. 그러나 고체 상태에서는 이온들이 이동할 수 없기 때문에 전류가 흐르지 않는다.

ㄴ. 이온 결합 물질인 (가)는 액체 상태가 되면 이온이 이동할 수 있어 전류가 흐르지만, 공유 결합 물질인 (나)는 액체 상태가 되어도 분자 상태로 존재하므로 전류가 흐르지 않는다.

09 염화 나트륨은 나트륨 이온과 염화 이온이 정전기적 인력에 의해 결합하고 있어 고체 상태에서는 이온이 자유롭게 이동할 수 없기 때문에 전원을 연결해도 전류가 흐르지 않는다. 염화 나트륨을 액체 상태로 만들거나 물에 녹이면 이온이 자유롭게 이동할 수 있게 되므로 전원을 연결하면 나트륨 이온은 (-)극 쪽으로, 염화 이온은 (+)극 쪽으로 이동하면서 전류가 흐른다.

모범 답안 | 이온 결합 물질인 염화 나트륨은 고체 상태에서는 양이온과 음이온이 강하게 결합하고 있어 이온이 이동할 수 없지만 액체나 수용액 상태에서는 이온이 자유롭게 이동할 수 있기 때문이다.

채점 기준	배점(%)
이온들의 이동과 관련지어 전기 전도성을 옳게 설명한 경우	100
이온 결합 물질이기 때문이라고만 설명한 경우	30

10 ㄱ. (가)는 탄소 원자(C)와 수소 원자(H)가 전자쌍을 공유하여 결합하고 있는 공유 결합 물질(CH_4)이다. (나)는 양이온(Li^+)과 음이온(F^-)이 정전기적 인력으로 결합하고 있는 이온 결합 물질(LiF)이다.

ㄴ. (가)는 고체 상태에서 전기적으로 중성인 분자 상태로 존재하므로 전류가 흐르지 않고, (나)는 고체 상태에서 이온이 자유롭게 이동하지 못하므로 전류가 흐르지 않는다.

[바로 알기] ㄴ. (가)는 액체 상태에서 전기적으로 중성인 분자 상태로 존재하므로 전류가 흐르지 않지만, (나)는 액체 상태에서 이온이 자유롭게 이동할 수 있으므로 전류가 흐른다.

11 (가)에 속한 산화 마그네슘(MgO)은 마그네슘 이온(Mg^{2+})과 산화 이온(O^{2-})이, 염화 칼슘(CaCl_2)은 칼슘 이온(Ca^{2+})과 염화 이온(Cl^-)이, 염화 칼륨(KCl)은 칼륨 이온(K^+)과 염화 이온(Cl^-)이, 질산 칼륨(KNO_3)은 칼륨 이온(K^+)과 질산 이온(NO_3^-)이 정전기적 인력으로 결합한 이온 결합 물질이다. (나)에 속한 메테인(CH_4), 이산화 탄소(CO_2), 포도당($\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$), 설탕($\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$)은 모두 비금속 원소로 이루어진 물질로, 비금속 원소의 원자가 전자쌍을 공유하여 형성된 공유 결합 물질이다.

12 (1) 이온 결합은 금속 원소와 비금속 원소 사이에서 금속 원소는 전자를 잃고 양이온으로 되고, 비금속 원소는 전자를 얻어 음이온으로 된 후, 양이온과 음이온 사이의 정전기적 인력에 의해 형성되는 결합이다. 주어진 그림의 주기율표에서 왼쪽에 있는 A, D, E는 금속 원소이고, 오른쪽에 있는 B, C, F는 비금속 원소이다. 그리고 비금속 원소에 속하지만 18족 원소인 C는 다른 원소와 결합을 잘 형성하지 않는다. 따라서 이온 결합을 형성하는 원소끼리 짝 지어진 것은 금속 원소와 비금속 원소(18족 제외)가 짝 지어진 ㄱ, ㄴ, ㄷ이다.

(2) 이온 결합으로 이루어진 결정은 단단하지만 외부의 힘에 의해 쉽게 쪼개지거나 부서진다. 이온 결합으로 이루어진 결정에 힘을 가하면 이온 층이 밀리면서 같은 전하를 띠는 이온 사이에 반발력이 작용하여 결정이 쪼개지거나 부서지게 된다.

모범 답안 | 결정이 쪼개지거나 부서진다. 이온 결합으로 이루어진 결정에 힘을 가하면 이온 층이 밀리면서 같은 전하를 띤 이온 사이에 반발력이 작용하기 때문이다.

채점 기준	배점(%)
결정이 쪼개지거나 부서지는 이유를 힘을 가하면 이온 층이 밀리면서 반발력이 작용하기 때문이라고 옳게 설명한 경우	100
결정이 쪼개지거나 부서진다고만 설명한 경우	40

중단원 개념 모아 정리하기

1권 64~65쪽

- | | | |
|----------|----------|---------|
| ① 감소 | ② 1 | ③ 2 |
| ④ 38만 | ⑤ 3 | ⑥ 3 : 1 |
| ⑦ 수소 핵융합 | ⑧ 핵융합 | ⑨ 안정 |
| ⑩ 초신성 폭발 | ⑪ 주기를 | ⑫ 원자량 |
| ⑬ 원자 번호 | ⑭ 양이온 | ⑮ 음이온 |
| ⑯ 원자가 전자 | ⑰ 알칼리 금속 | ⑱ 할로젠 |
| ⑲ 이온 결합 | ⑳ 공유 결합 | ㉑ 이온 결합 |
| ㉒ 공유 결합 | | |

실력 높여 Top으로!

1권 66~73쪽

- | | | | | | |
|------|------|------|------|------|------|
| 01 ④ | 02 ④ | 03 ① | 04 ⑤ | 05 ② | 06 ② |
| 07 ⑤ | 08 ⑤ | 09 ③ | 10 ③ | 11 ② | 12 ① |
| 13 ⑤ | 14 ⑤ | 15 ⑤ | 16 ② | 17 ② | 18 ② |
| 19 ④ | 20 ⑤ | 21 ③ | 22 ③ | 23 ④ | 24 ④ |
| 25 ② | 26 ③ | 27 ② | 28 ① | 29 ③ | 30 ④ |
| 31 ⑤ | 32 ① | 33 ③ | 34 ③ | | |

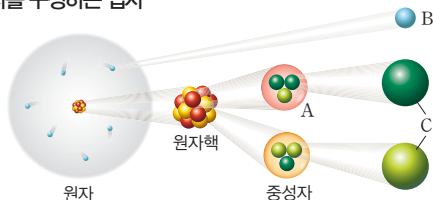
01 ㄱ. 모든 물질과 에너지가 모인 한 점에서 빅뱅으로 시작된 우주는 팽창함에 따라 온도가 점점 낮아졌다.

ㄴ. 허블은 외부 은하를 관측하여 우주가 팽창하고 있음을 밝혀냈다.

[바로 알기] ㄴ. 빅뱅 이후부터 현재까지 우주는 계속 팽창하였으나, 총질량은 변하지 않았다. 따라서 우주의 밀도는 계속 감소하였다.

02 자료 해석하기

원자를 구성하는 입자



- 지구상의 모든 물질은 원자로, 원자는 원자핵과 전자로, 원자핵은 양성자와 중성자로, 양성자와 중성자는 쿼크로 이루어져 있다.
- A는 양성자, B는 전자, C는 쿼크이다.

ㄱ. 원자핵은 양성자와 중성자로 이루어져 있다. 따라서 A는 양성자이다.

ㄴ. C는 더 이상 분해할 수 없는 기본 입자인 쿼크이다.

[바로 알기] ㄴ. B는 기본 입자인 전자이다. 기본 입자는 물질을 구성하는 입자 중 가장 먼저 생성되었다.

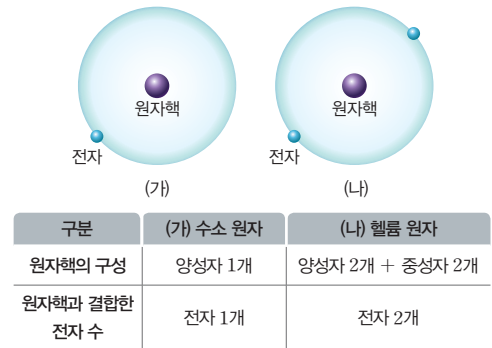
03 (가) 양성자와 중성자는 각각 쿼크 3개가 결합하여 생성되었다. (나) 헬륨 원자핵은 양성자 2개와 중성자 2개가 결합하여 생성되었다.

(다) 양성자 1개로 이루어진 수소 원자핵에 전자 1개가 결합하여 수소 원자가 생성되었다.

따라서 (가)~(다)의 크기는 (가)>(나)>(다) 순이다.

04 자료 해석하기

수소 원자와 헬륨 원자의 생성



ㄱ. (가)는 원자핵과 전자 1개가 결합하여 생성된 수소 원자이고, (나)는 원자핵과 전자 2개가 결합하여 생성된 헬륨 원자이다.

ㄴ. 우주 전역에는 수소가 약 74 %, 헬륨이 약 24 %를 차지하고 있다. 따라서 (가)는 (나)보다 우주에 존재하는 양이 많다.

[바로 알기] ㄴ. (나) 헬륨 원자핵은 양성자 2개와 중성자 2개가 결합하여 생성되었다.

05 ㄴ. C 시기에는 원자핵과 전자가 결합하여 수소 원자와 헬륨 원자가 생성되었으며, 헬륨보다 무거운 원소는 거의 존재하지 않았다.

[바로 알기] ㄱ. A 시기에 빛은 전자와 계속 충돌하여 끊임없이 흡수와 산란이 일어났다.

ㄴ. 빅뱅 이후 우주의 온도는 점점 낮아졌다. 따라서 우주의 온도는 B 시기보다 C 시기에 낮았다.

06 (가)는 원자 생성 전, (나)는 원자 생성 후의 우주이다.

ㄴ. 원자핵과 전자가 결합하여 원자가 생성되면서 물질과 빛이 분리되어 우주가 투명해졌다.

[바로 알기] ㄱ. 빅뱅 이후 우주의 온도는 점점 낮아졌으므로, (가)일 때는 (나)일 때보다 우주의 온도가 높았다.

ㄴ. 빅뱅 이후 약 38만 년이 지났을 때 우주 온도가 약 3000 K으로 낮아지면서 원자핵과 전자가 결합하여 원자가 생성되었다. 따라서 (나)는 약 38만 년 이후의 모습이다.

07 ㄱ. (가)는 연속 스펙트럼에 검은색 흡수선이 나타나므로 흡수 스펙트럼이다.

ㄴ. (나)는 고온의 기체에서 전자가 더 낮은 에너지 준위로 이동할 때 방출된 빛에 의해 나타나는 선 스펙트럼이다.

ㄷ. (가)와 (나)에 나타난 흡수선과 방출선의 위치(파장)가 같으므로 (가)와 (나)는 같은 원소에 의해 형성된 것이다.

08 자료 해석하기

스펙트럼의 종류



- (가)는 선 스펙트럼, (나)는 흡수 스펙트럼이다.
- 별빛 스펙트럼에 나타나는 흡수선을 원소의 스펙트럼에 나타나는 방출선과 비교하면 별을 구성하는 원소의 종류를 알아낼 수 있다.

ㄱ. 선 스펙트럼에 나타나는 방출선은 고온의 기체에서 전자가 높은 에너지 준위에서 낮은 에너지 준위로 이동할 때 방출된 빛에 의해 형성된다.

ㄴ. 별빛 스펙트럼의 흡수선 세기는 별을 구성하는 원소의 밀도에 비례한다. 따라서 각 흡수선의 선폭을 비교하면 별을 구성하는 원소의 함량(질량비)을 알 수 있다.

ㄷ. (가)의 방출선이 나타나는 파장과 같은 파장의 흡수선이 (나)에서 나타나므로, (나)의 별에는 (가)의 원소가 포함되어 있음을 알 수 있다.

09 ㄱ. 양성자 14개와 중성자 2개의 비율(약 7 : 1)로 이루어진 시기에 양성자 2개와 중성자 2개가 결합하여 헬륨 원자핵이 생성되었다.

ㄴ. 헬륨 원자핵이 생성된 후 수소 원자핵(양성자)과 헬륨 원자핵의 개수비는 약 12 : 1이다. 따라서 양성자 2개와 중성자 2개로 이루어진 헬륨 원자핵의 질량은 양성자 1개로 이루어진 수소 원자핵 질량의 약 4배이므로, 수소 원자핵과 헬륨 원자핵의 질량비는 $12 : 4 = 3 : 1$ 이다.

[바로 알기] ㄷ. 헬륨 원자핵이 생성된 시기는 빅뱅 후 약 3분이 되었을 때이다.

10 ㄱ. 우주의 모든 방향에서 온도 약 3 K에 해당하는 우주 배경 복사가 관측되는 것은 빅뱅 우주론의 증거 중 하나이다.

ㄷ. 빅뱅 우주론의 계산에 따르면 우주에 존재하는 수소와 헬륨의 질량비는 약 3 : 1이다. 이 값은 현재 우주에서 실제로 관측되는 수소와 헬륨의 질량비와 잘 일치한다. 따라서 수소와 헬륨의 질량비는 빅뱅 우주론을 지지하는 증거가 된다.

[바로 알기] ㄴ. 프라운호퍼는 태양의 스펙트럼에서 수백 개의 흡수선(프라운호퍼선)을 발견하여 태양의 대기가 여러 가지 원소로 구성되어 있음을 알아냈다. 그러나 이는 빅뱅 우주론을 지지하는 증거는 아니다.

11 ② 원시별은 자체 중력에 의해 수축하여 밀도가 점차 커지고, 중심부의 온도가 상승한다.

[바로 알기] ① 원시별은 온도가 낮고 밀도가 커서 중력 수축이 잘 일어나는 곳에서 주로 형성된다.

③ 중심부에서 수소 핵융합 반응이 일어나는 것은 주계열성이다. 원시별의 내부 온도가 높아져서 1000만 K 이상이 되면 수소 핵융합 반응이 시작되면서 주계열성이 된다.

④ 내부 압력과 중력이 평형을 이루어 크기가 일정하게 유지되는 것은 주계열성이다. 원시별은 중력에 의해 수축된다.

⑤ 팽창하면서 표면 온도가 낮아지는 별은 적색 거성으로, 주계열성 이후의 단계에 해당한다.

12 ㄱ. 4개의 수소 원자핵이 융합하여 1개의 헬륨 원자핵이 생성되는 반응은 수소 핵융합 반응이다. 주계열성의 중심부에서는 이와 같은 수소 핵융합 반응이 안정적으로 일어난다.

[바로 알기] ㄴ. 헬륨 핵융합 반응은 적색 거성의 중심부에서 탄소가 생성되는 반응이다.

ㄷ. 주계열성의 중심부에서 수소 핵융합 반응이 진행되면 가벼운 수소 원자핵이 무거운 헬륨 원자핵으로 바뀌므로, 중심핵은 더 무거운 원자핵으로 이루어진다.

13 ㄱ. 중심부의 수소가 모두 고갈되어 수소 핵융합 반응이 멈추면 헬륨으로 이루어진 핵은 중력에 의해 수축하여 온도가 상승한다.

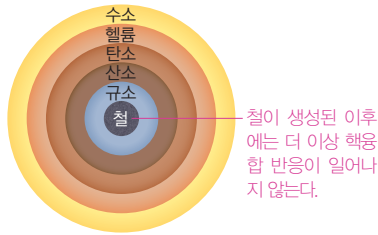
ㄴ. 중심핵이 수축하면서 발생하는 에너지에 의해 수소로 이루어진 바깥층이 가열되어 수소 핵융합 반응이 일어난다. 그 결과 내부 압력이 증가하므로 별의 바깥층이 팽창하여 적색 거성이 된다.

ㄷ. 헬륨으로 이루어진 중심핵이 중력에 의해 수축하여 온도가 충분히 상승하면 별의 중심부에서는 헬륨 핵융합 반응이 일어나 탄소가 생성된다.

14

자료 해석하기

질량이 태양보다 훨씬 큰 별에서 생성되는 원소



- 질량이 태양보다 훨씬 큰 별의 내부에서 생성되는 원소: 헬륨 ~ 철
- 원소의 생성 순서: 헬륨 → 탄소 → 산소 → 규소 → 철
- 점차 더 무거운 원소가 생성되며, 별의 중심부로 갈수록 나중에 생성된 무거운 원소가 분포한다.

ㄱ, ㄴ. 질량이 태양보다 훨씬 큰 별은 초거성으로 진화한다. 초거성 단계에서는 적색 거성보다 중심부의 온도가 매우 높아서 탄소보다 더 무거운 원소의 핵융합 반응이 일어날 수 있다. 따라서 탄소, 산소, 규소 등이 차례로 핵융합하여 최종적으로 중심부에 철이 생성된다.

ㄷ. 철 원자핵은 매우 안정하므로 별 내부에서 철보다 무거운 원소가 생성되지 않는다.

- 15 ㄱ. 별의 중심부에서 철이 만들어지고 핵융합 반응이 멈추면, 별이 급격하게 수축하다가 폭발하여 초신성이 된다. 이때 엄청난 양의 에너지가 발생하여 철보다 무거운 원소가 생성된다.

ㄴ. 초신성 폭발에 의해 별에서 생성된 원소들이 방출되며, 방출된 물질은 새로운 별을 만드는 재료가 된다.

ㄷ. 초신성은 질량이 태양보다 훨씬 큰 별의 진화 단계 중 하나이다. 따라서 주계열성이었을 때의 질량은 태양보다 크다.

- 16 ㄴ. 원시 태양과 가까운 곳에는 철, 니켈, 규소와 같이 녹는점이 높고 무거운 물질이 남아 미행성체를 형성하였다.

[바로 알기] ㄱ. (나)의 원시 태양은 아직 주계열성이 아니므로 수소 핵융합 반응이 일어나지 않는다.

ㄷ. (다)의 원시 행성들은 미행성체들의 충돌에 의해 형성된 것이다.

- 17 ㄴ. 마그마의 바다 상태에서 무거운 물질은 가라앉아 핵을 형성하였고, 가벼운 물질은 떠올라서 맨틀을 형성하였다. 따라서 (다)일 때보다 (나)일 때 지구 중심부의 평균 밀도가 더 크다.

[바로 알기] ㄱ. 진화 순서는 (가) 미행성체의 충돌 → (다) 마그마의 바다 → (나) 원시 지각과 바다의 형성 순이다.

ㄷ. 최초의 생명체는 원시 바다가 형성되고 오랜 시간이 지난 후에 바다 속에서 탄생하였다.

18

자료 해석하기

주기율표와 원소의 분류



- A는 원자 번호 1이고, 1주기, 1족 원소인 수소(H)이다.
- B는 수소(H)를 제외한 1족과 2족 금속 원소이다.
- C는 3족~15족 원소 중 금속 원소이고, D는 준금속 원소이다.
- E는 14족~17족 원소 중 비금속 원소이다.
- F는 18족 비활성 기체이다.

② D는 준금속 원소로, 금속 원소와 비금속 원소의 성질을 모두 가지고 있거나 중간 정도의 성질을 가진다.

[바로 알기] ① B와 C는 모두 금속 원소로, 전자를 잃고 양이온으로 되기 쉽다. 그러나 A는 1주기, 1족 원소인 수소(H)로 비금속 원소이다.

③ B에 속하는 1족 원소의 원자가 전자 수는 1, 2족 원소의 원자가 전자 수는 2이다. E는 14~17족의 원소 중 비금속 원소로, 이들의 원자가 전자 수는 족 번호의 일의 자리 수(=4~7)와 같다. 따라서 E의 원소의 원자가 전자 수가 B의 원소의 원자가 전자 수보다 크다.

④ F는 18족 비활성 기체로, 다른 원소와 거의 반응하지 않기 때문에 비활성 기체라고 불린다.

⑤ E는 비금속 원소로 전자를 얻어 음이온으로 되기 쉬운 성질이 있으나, F는 비활성 기체로 비금속 원소로 분류되기는 하지만 원자 상태로 안정하여 음이온으로 되기 쉽지 않다.

19

자료 해석하기

주기율표와 원소의 성질

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

- 주기율표에서 같은 주기 원소는 전자가 들어 있는 전자 껍질 수가 같으므로 전자 껍질 수는 A=B=1, C=D=2, E=F=3이다.
- 주기율표에서 같은 족 원소는 원자가 전자 수가 같아 화학적 성질이 비슷하다.

④ 같은 주기 원소인 C와 D는 전자가 들어 있는 전자 껍질의 수가 같다.

[바로 알기] ① A는 1족 원소인 수소(H)이고, B는 18족 원소인 헬륨(He)이다. A와 B는 같은 족 원소가 아니므로 화학적 성질이 다르며, 화학적 성질이 비슷한 것은 같은 족 원소인 C와 F이다.

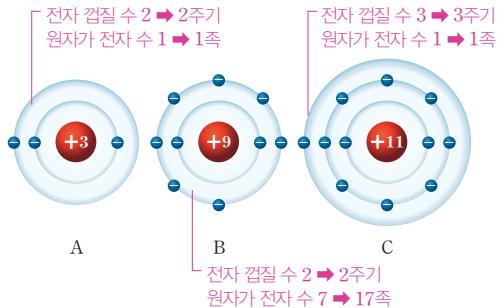
② 1족 원소 중 원자 번호 1인 수소(A)를 제외한 원소를 알칼리 금속이라고 한다.

③ 18족 원소인 B는 다른 원소와 거의 반응하지 않는다.

⑤ 1족 원소인 A, E의 원자가 전자 수는 1이고, 14족 원소인 C, F의 원자가 전자 수는 4이고, 16족 원소인 D의 원자가 전자 수는 6이고, 18족 원소인 B의 원자가 전자 수는 0이다. 따라서 A~F 중 원자가 전자 수가 가장 큰 것은 D이다.

20 자료 해석하기

금속 원소와 비금속 원소의 전자 배치 모형의 특징



- A는 전자가 들어 있는 전자 껍질 수가 2이고, 가장 바깥 전자 껍질에 들어 있는 전자 수(원자가 전자 수)가 1이다. → 2주기 1족 원소로 알칼리 금속이다.
- B는 전자가 들어 있는 전자 껍질 수가 2이고, 가장 바깥 전자 껍질에 들어 있는 전자 수가 7이다. → 2주기 17족 원소로 할로젠이다.
- C는 전자가 들어 있는 전자 껍질 수가 3이고, 가장 바깥 전자 껍질에 들어 있는 전자 수가 1이다. → 3주기 1족 원소로 알칼리 금속이다.

① A와 B는 전자가 들어 있는 전자 껍질 수가 2로 같으므로 2주기 원소이다.

② A와 C는 원자가 전자 수가 1로 같다.

③ 2주기 1족 원소인 A와 3주기 1족 원소인 C는 금속 원소(알칼리 금속)이고, 2주기 17족 원소인 B는 비금속 원소(할로젠)이다.

④ 2주기 1족 원소인 A와 2주기 17족 원소인 B가 결합할 때 A는 전자를 잃고 양이온으로 되고, B는 전자를 얻어 음이온으로 되어 이온 결합을 이룬다.

[바로 알기] ⑤ 비금속 원소인 B와 금속 원소인 C는 이온 결합을 형성하며, 이온 결합 물질의 수용액은 전기 전도성이 있다.

21 ㄱ. 알칼리 금속은 화학적 성질이 비슷하므로 A가 물과 반응하여 페놀프탈레인 용액을 붉게 변화시켰으므로 B, C 모두 물과 반응한 수용액은 페놀프탈레인 용액을 붉게 변화시킨다.

ㄴ. 알칼리 금속은 모두 다음과 같이 물과 반응하여 수소 기체를 발생한다.



[바로 알기] ㄴ. Li, Na, K는 모두 알칼리 금속으로 물과 반응하여 수소 기체를 발생하고, 물과 반응한 용액은 염기성을 나타낸다. 알칼리 금속은 원자 번호가 클수록 반응성이 커지므로 가장 격렬하게 반응하는 A는 주어진 알칼리 금속 중 원자 번호가 가장 큰 K이고, B는 Na, C는 Li이다. 따라서 전자가 들어 있는 전자 껍질 수는 A>B>C이다.

22 ① 플루오린, 염소, 브로민, 아이오딘은 주기율표의 17족에 속하는 비금속 원소로, 할로젠이라고 한다.

② 할로젠은 주기율표의 17족에 속하는 원소들로 원자가 전자 수가 7이다.

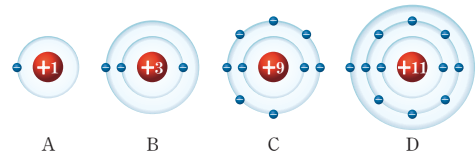
④ 금속 원소인 나트륨과 비금속 원소인 할로젠이 결합할 때 금속 원소인 나트륨은 전자를 잃고 양이온(나트륨 이온)으로 되고, 할로젠은 전자를 얻어 음이온으로 되어 이온 결합을 형성한다.

⑤ 할로젠의 수소 화합물은 물에 녹아 산성을 띤다.

[바로 알기] ③ 할로젠은 녹는점, 끓는점에 따라 실온(25℃)에서의 상태가 다르다. 실온에서 플루오린, 염소는 기체 상태이고, 브로민은 액체 상태, 아이오딘은 고체 상태이다.

23 자료 해석하기

전자 배치와 원소의 성질



- A, B, D는 원자가 전자 수가 1이므로 1족 원소이다. 이 중 A는 원자 번호 1인 수소이고, B, D는 알칼리 금속이다.
- C는 원자가 전자 수가 3이므로 3주기 원소이다.
- 전자가 들어 있는 전자 껍질의 수가 1인 A는 1주기 원소, 2인 B와 C는 2주기 원소, 3인 D는 3주기 원소이다.

원자가 전자 수가 1인 원소 중 수소를 제외한 원소가 알칼리 금속이고, 알칼리 금속은 물과 반응하여 수소 기체를 발생한다. 원자가 전자 수가 1인 것은 A, B, D이고, 이 중 A는 원자 번호 1인 수소이고 B, D가 알칼리 금속이다. 또, 주기율표에

서 17족에 속하는 원소가 할로젠으로, 17족 원소인 할로젠은 원자가 전자 수가 7이므로 C가 할로젠이다. 따라서 (가) 물과 반응하여 수소 기체를 발생하는 원소의 수는 2이고, (나) 할로젠에 속하는 원소의 수는 1이다.

24 나. B는 원자가 전자 수가 1인 알칼리 금속이다. 알칼리 금속은 물과 반응하여 수소 기체를 발생한다.

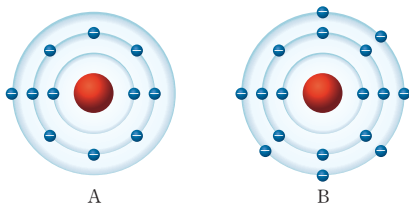
다. 원자가 전자 수가 1인 B는 알칼리 금속이고, 원자가 전자 수가 7인 C는 할로젠이므로 화학 결합을 할 때 B는 전자를 잃고 양이온으로 되고, C는 전자를 얻어 음이온으로 되어 이온 결합을 형성한다.

바로 알기 가. A는 전기 전도성이 있으므로 1족에 속하는 알칼리 금속이다. 알칼리 금속의 원자가 전자 수는 1이므로 a 는 1이다. 또, C는 전기 전도성이 없는 비금속 원소이므로 할로젠이다. 할로젠인 C의 원자가 전자 수는 7이므로 b 는 7이다. 따라서 $\frac{b}{a}=7$ 이다.

25 H, Na, Mg, Cl의 원자가 전자 수는 각각 1, 1, 2, 7이다. 원자가 전자 수가 같은 H, Na 중 금속 원소는 Na이므로 (가)는 Na, (나)는 H이다. Mg, Cl 중 양이온으로 되기 쉬운 원소는 금속인 Mg이므로 (다)는 Mg, (라)는 Cl이다.

26 자료 해석하기

전자 배치와 원소의 성질



- A는 전자가 들어 있는 전자 껍질 수가 3이므로 3주기 원소이며, 원자가 전자 수가 3이므로 13족 원소이다.
- B는 전자가 들어 있는 전자 껍질 수가 3이므로 3주기 원소이며, 원자가 전자 수가 7이므로 17족 원소이다.

①, ② A는 13족 금속 원소이고, B는 17족 비금속 원소이므로 A와 B가 결합할 때 A는 전자를 잃고 양이온으로 되고, B는 전자를 얻어 음이온으로 된다. 따라서 A와 B는 A의 양이온과 B의 음이온 사이의 정전기적 인력에 의한 결합인 이온 결합을 한다.

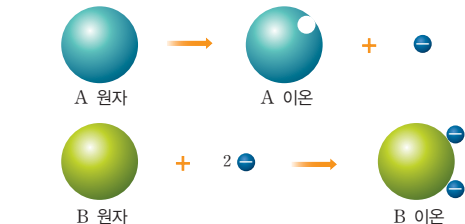
④ 13족 금속 원소인 A는 전자를 1개 잃고 $+1$ 의 양이온으로 되고, 17족 비금속 원소인 B는 전자를 1개 얻어 -1 의 음이온이 되므로 A와 B는 1 : 1의 개수비로 결합한다. 따라서 화학물의 화학식은 AB이다.

⑤ A는 전자를 1개 잃으면 18족 비활성 기체인 네온과 전자 배치가 같아지고, B는 전자를 1개 얻으면 18족 비활성 기체인 아르곤과 전자 배치가 같아진다.

바로 알기 ③ A가 양이온으로 되면서 잃은 전자를 B가 얻어 음이온으로 되므로 전자는 A에서 B로 이동한다.

27 자료 해석하기

이온 형성 모형



- A 원자는 전자 1개를 잃는다. \Rightarrow A는 양이온이 되기 쉬운 금속 원소이고, A 이온은 $+1$ 의 양이온인 A^+ 이다.
- B 원자는 전자 2개를 얻는다. \Rightarrow B는 음이온이 되기 쉬운 비금속 원소이고, B 이온은 -2 의 음이온인 B^{2-} 이다.
- A^+ 과 B^{2-} 이 결합하여 전기적으로 중성이 되려면 2 : 1의 개수비로 결합한다. \Rightarrow (가)는 A_2B 이다.

나. A 원자는 전자를 잃고 양이온이 되고 B 원자는 전자를 얻어 음이온이 되므로 (가)는 양이온과 음이온이 정전기적 인력으로 결합하여 형성된 이온 결합 물질이다.

바로 알기 가. 네온은 2주기 18족 원소인데, 전자 1개를 잃고 형성된 A 이온의 전자 배치가 네온과 같으므로 A 원자에서는 전자가 채워진 전자 껍질 수가 3, 원자가 전자 수가 1이다. 또, 전자 2개를 얻어 형성된 B 이온의 전자 배치가 네온과 같으므로 B 원자에서는 전자가 채워진 전자 껍질 수가 2, 원자가 전자 수가 6이다. 따라서 A는 3주기 원소, B는 2주기 원소이다. 다. A 이온은 A 원자가 전자를 1개 잃고 형성된 $+1$ 의 양이온인 A^+ 이고, B 이온은 B 원자가 전자 2개를 얻어 형성된 -2 의 음이온인 B^{2-} 이다. A^+ 과 B^{2-} 이 결합하여 형성된 화학물 (가)는 전기적으로 중성이므로 A^+ 과 B^{2-} 이 2 : 1의 개수비로 결합한 A_2B 이다.

28 A, D는 금속 원소이고, B, C, E는 비금속 원소이고, 비금속으로 분류한 원소 중 C는 18족 비활성 기체이다.

가. 이온 결합은 금속 원소와 비금속 원소 사이의 결합이므로 금속 원소인 A와 비금속 원소인 B는 이온 결합을 형성한다.

바로 알기 나. C는 18족 비활성 기체이므로 E를 비롯한 다른 원소와 거의 결합을 형성하지 않는다.

다. 비금속 원소인 B와 E가 결합할 때는 서로 전자를 공유하여 결합하므로 전자가 어느 한쪽으로 완전히 이동하지 않는다.

- 29 ㄱ. (가)는 X 원자 2개가 결합한 물질이므로 화학식은 X_2 이다.
 ㄴ. 결합하는 원자들 사이에 전자쌍을 2개 만들어 공유하여 결합하므로 (가)는 공유 결합 물질이다.

바로 알기 ㄷ. (가)는 같은 종류의 원소가 결합한 공유 결합 물질로, 물에 녹아 이온으로 나누어지지 않으므로 (가)의 수용액은 전류가 흐르지 않는다.

- 30 ① A^+ 은 A 원자가 전자 1개를 잃고 형성된 양이온이므로 A 원자는 전자 껍질 수가 2이고 가장 바깥 전자 껍질에 있는 전자 수가 1인 2주기 1족 원소이다. 또, B^{2-} 은 B 원자가 전자 2개를 얻어 형성된 음이온이므로 B 원자는 전자 껍질 수가 2이고 가장 바깥 전자 껍질에 있는 전자 수가 6인 2주기 16족 원소이다. 따라서 A와 B는 같은 2주기 원소이다.

② B 원자는 가장 바깥 전자 껍질에 전자가 6개 있으므로 B 원자 사이에 전자쌍 2개를 공유하여 B_2 를 형성한다. 따라서 B_2 에는 2중 결합이 있다.

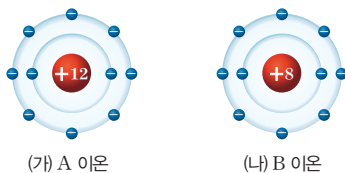
③ A_2B 는 금속 원소인 A와 비금속 원소인 B로 이루어진 이온 결합 물질이다. 따라서 액체 상태에서 이온이 자유롭게 이동하므로 전기 전도성이 있다.

⑤ 2주기 1족 원소인 A는 알칼리 금속으로 물과 반응한 수용액은 염기성을 띠므로 페놀프탈레인 용액을 붉은색으로 변화시킨다.

바로 알기 ④ B는 2주기 16족 원소이므로 비금속 원소이고, C는 3주기 2족 원소이므로 금속 원소이다. 따라서 B와 C로 이루어진 화합물은 이온 결합 물질이다.

31 자료 해석하기

이온의 전자 배치



- (가)는 원자핵의 전하가 +12, 전자가 10개이다. \Rightarrow +2의 양이온이다. \Rightarrow A 원자의 전자는 12개이다.
- (나)는 원자핵의 전하가 +8, 전자가 10개이다. \Rightarrow -2의 음이온이다. \Rightarrow B 원자의 전자는 8개이다.

① (가)는 원자핵의 전하가 +12이므로 A 원자의 전자는 12개이다. (가)의 전자는 10개이므로 (가)는 A 원자가 전자 2개를 잃고 형성된 +2의 양이온이다.

② (나)는 원자핵의 전하가 +8이므로 B 원자의 전자는 8개이다. (나)의 전자는 10개이므로 (나)는 B 원자가 전자 2개를 얻

어 형성된 -2의 음이온이다.

③ A의 +2의 양이온인 (가)는 A^{2+} 이고, B의 -2의 음이온인 (나)는 B^{2-} 이다. 이온 결합 물질에서는 전기적으로 중성이 되도록 양이온과 음이온이 결합하므로 (가)와 (나)는 1 : 1의 개수비로 결합하며 화학식은 AB이다.

④ (가)는 양이온이고, (나)는 음이온이므로 (가)와 (나)로 이루어진 화합물은 이온 결합 물질이다. 따라서 액체 상태와 수용액 상태에서 전기 전도성이 있다.

바로 알기 ⑤ 양이온인 A 이온은 전자가 들어 있는 전자 껍질 수가 2이므로 A는 3주기 원소이고, 음이온인 B 이온은 전자가 들어 있는 전자 껍질 수가 2이므로 B는 2주기 원소이다.

- 32 각 원자의 전자 배치 모형에서 A는 2주기 1족 원소로 금속 원소이고, B는 2주기 16족 원소로 비금속 원소이다. C는 3주기 1족 원소로 금속 원소이고, D는 3주기 17족 원소로 비금속 원소이다.

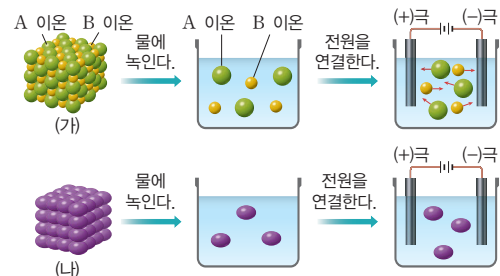
ㄱ. (가)는 금속 원소인 A와 비금속 원소인 B로 이루어진 이온 결합 물질이고, (나)는 금속 원소인 C와 비금속 원소인 B로 이루어진 이온 결합 물질이다. 따라서 (가)와 (나)는 화학 결합이 모두 이온 결합으로 같다.

바로 알기 ㄴ. (다)는 금속 원소인 C와 비금속 원소인 D로 이루어진 이온 결합 물질이다.

ㄷ. (라)는 비금속 원소인 B와 D로 이루어진 화합물이므로 각 원자가 전자를 내어 전자쌍을 만들어 공유하면서 결합하는 공유 결합 물질이다.

33 자료 해석하기

이온 결합 물질과 공유 결합 물질의 성질



- (가)는 이온들이 정전기적 인력으로 결합하고 있는 이온 결합 물질이다. \Rightarrow 수용액에서 (+)극 쪽으로 이동하는 A 이온은 음이온이고, (-)극 쪽으로 이동하는 B 이온은 양이온이다.
- (나)의 수용액에 전원을 연결해도 전류가 흐르지 않는다. \Rightarrow (나)는 수용액에서 전기적으로 중성인 분자 상태로 녹아 있는 공유 결합 물질이다.

ㄱ. A 이온은 수용액에 전류를 흐르게 하면 (+)극 쪽으로 이

동하므로 음이온이다.

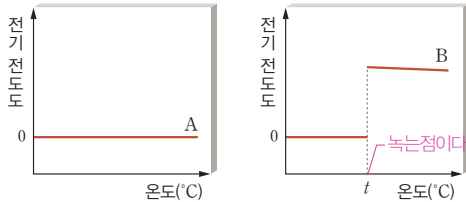
ㄴ. 이온 결합 물질인 (가)는 수용액 상태에서 전류가 흐르며, 액체 상태에서 이온이 자유롭게 이동할 수 있으므로 전류가 흐른다.

[바로 알기] ㄷ. (나)는 수용액에서 전기적으로 중성인 분자 상태로 존재하므로 공유 결합 물질이다. 공유 결합 물질은 비금속 원소 사이에 전자쌍을 공유하여 결합한 물질이다.

34

자료 해석하기

이온 결합 물질과 공유 결합 물질의 전기 전도성



- 녹는점 이상으로 가열하여 액체 상태가 되어도 전기 전도성에 변화가 없는 A는 공유 결합 물질이다.
- 녹는점 이상으로 가열하여 액체 상태가 되었을 때 전기 전도성에 변화가 있는 B는 이온 결합 물질이다.

고체 화합물 A, B를 녹는점 이상으로 가열하였을 때 녹는점 이후, 즉 액체 상태가 되었을 때 전기 전도성이 나타나는 물질은 이온 결합 물질이다. 이온 결합 물질은 고체 상태에서는 양이온과 음이온이 강하게 결합되어 있어 전기 전도성이 없지만 (전기 전도도가 0이지만), 액체 상태로 되면 이온이 이동할 수 있으므로 전기 전도성이 있다. 이와 달리 공유 결합 물질은 고체 상태와 액체 상태의 전기 전도성에 차이가 없다. 따라서 A는 공유 결합 물질, B는 이온 결합 물질이다.

- ① t는 B의 녹는점인 730(°C)이다.
 - ② A는 원자 사이에 전자를 공유하여 이루어진 공유 결합 물질이다.
 - ④ A는 공유 결합 물질이므로 비금속 원소로 이루어진 물질이고, B는 이온 결합 물질이므로 금속 원소와 비금속 원소로 이루어진 물질이다. 따라서 A, B에는 모두 비금속 원소가 포함되어 있다.
 - ⑤ A는 녹는점 이상으로 가열하여도, 즉 액체 상태가 되어도 전기 전도도가 0으로 전기 전도성이 없다. 그러나 B는 녹는점 이상으로 가열하여 액체 상태가 되면 전기 전도성이 있다.
- [바로 알기]** ③ 이온 결합 물질인 B는 고체 결정에 힘을 가하면 쪼개지거나 깨지는 성질이 있다. 넓게 퍼지는 성질은 금속 원소의 성질이다.

차이를 만드는 통합 사고력 문제

1권 74~77쪽

- 01 모범 답안** | (1) 우주 배경 복사는 빅뱅으로부터 약 38만 년 후 우주의 온도가 약 3000 K일 때 원자핵과 전자가 결합하여 원자가 생성되면서 우주 전체로 퍼져 나갔다.
- (2) 빅뱅 이후 우주가 빠르게 팽창하면서 온도가 낮아졌기 때문에 헬륨보다 무거운 원소가 생성되는 핵융합 반응이 일어나기 어려웠다.

	채점 기준	배점(%)
(1)	빅뱅으로부터 약 38만 년 후 원자가 생성되었을 때 라고 옳게 설명한 경우	50
	'빅뱅 이후 약 38만 년이 되었을 때' 또는 '원자가 생성되었을 때' 라고만 설명한 경우	40
(2)	우주의 팽창에 의해 온도가 낮아졌기 때문이라고 옳게 설명한 경우	50

해설 | (1) 원자가 생성되기 전에는 빛이 전자와 계속 충돌하여 빛이 자유롭게 진행하기 어려운 불투명한 우주였다. 우주의 나이가 약 38만 년이 되었을 때 전자가 원자핵과 결합하여 원자가 생성된 이후 빛이 전자의 방해받지 않고 우주로 퍼져 나갈 수 있게 되었고, 이 빛을 우주 배경 복사라고 한다.

(2) 헬륨보다 무거운 탄소 원자핵이 만들어지려면 수억 K의 온도가 상당한 기간 동안 지속되어야 한다. 그러나 헬륨이 만들어진 이후에는 우주의 온도가 빠르게 낮아졌기 때문에 헬륨 원자핵보다 무거운 원자핵이 만들어지기 어려웠다.

- 02 모범 답안** | (1)



- (2) 높은 에너지 준위에 있는 전자가 낮은 에너지 준위로 이동할 때 빛을 방출하여 선 스펙트럼이 나타나며, 원소마다 에너지 준위와 그 간격이 다르기 때문에 선 스펙트럼이 다르게 나타난다.

	채점 기준	배점(%)
(1)	A와 B의 스펙트럼에 나타나는 방출선을 모두 그린 경우에만 정답 인정	50
(2)	에너지 준위와 관련지어 옳게 설명한 경우	50
	에너지 준위에 대한 언급 없이 설명한 경우	20

해설 | (1) A와 B 기체의 스펙트럼에 나타나는 방출선이 (다)에서 모두 나타난다.

- 03 모범 답안** | (1) (가)를 형성한 별은 (나)를 형성한 별보다 질량이 작다.

(2) (가)의 행성상 성운에는 수소, 헬륨, 탄소가 포함되어 있고, (나)의 초신성 잔해에는 수소와 헬륨, 탄소~철, 철보다 무거운 원소가 포함되어 있다.

채점 기준		배점(%)
(1)	(가)를 형성한 별이 (나)를 형성한 별보다 질량이 작다고 옳게 설명한 경우	40
(2)	(가)와 (나)의 성간 물질에 포함된 원소의 종류를 헬륨, 탄소, 철을 포함하여 옳게 설명한 경우	60
	(가)보다 (나)에 무거운 원소가 더 많다고만 설명한 경우	30

해설 | (1) (가)는 질량이 태양과 비슷한 별이 진화하여 형성된 행성상 성운이고, (나)는 질량이 태양보다 훨씬 큰 별이 진화하여 형성된 초신성 잔해이다.

(2) 질량이 태양과 비슷한 별의 내부에서는 탄소 핵융합 반응이 일어나지 않으므로 탄소까지만 생성된다. 질량이 태양보다 훨씬 큰 별의 내부에서는 철까지 생성되고, 초신성 폭발 과정에서 철보다 무거운 원소가 생성된다.

04 모범 답안 | (1) 태양과 가까운 곳에서 형성된 미행성체들은 주요 성분이 금속과 암석 성분이었으며, 이들이 충돌하여 지구를 형성하였기 때문이다.

(2) (나)와 (다) 사이, 마그마의 바다 상태에서 무거운 철 등의 성분은 가라앉아 핵을 형성하였고, 가벼운 규산염 성분은 떠올라 맨틀을 형성하였다.

채점 기준		배점(%)
(1)	태양으로부터의 거리와 미행성체의 주요 성분을 언급하여 옳게 설명한 경우	50
	태양으로부터의 거리와 미행성체의 주요 성분 중 한 가지만 언급하여 설명한 경우	25
(2)	핵과 맨틀이 분리된 시기와 과정을 모두 옳게 설명한 경우	50
	핵과 맨틀이 분리된 과정만 옳게 설명한 경우	30
	핵과 맨틀이 분리된 시기만 옳게 쓴 경우	20

해설 | (1) 태양과 가까운 곳은 온도가 높아 무겁고 녹는점이 높은 물질들이 남아 미행성체를 형성하였고, 이들이 충돌하여 암석 성분의 지구형 행성이 형성되었다. 태양과 먼 곳은 온도가 낮아 녹는점이 낮은 가벼운 물질들이 모여 미행성체를 형성하였고, 주변의 수소와 헬륨을 끌어들이 거대한 기체 성분의 목성형 행성이 형성되었다.

(2) 마그마의 바다 상태에서 핵과 맨틀이 분리되었다.

05 모범 답안 | (1) (나)에서 일어나는 물과 나트륨의 반응을 화학 반응식으로 나타내면 $2\text{Na} + 2\text{H}_2\text{O} \longrightarrow 2\text{NaOH} + \text{H}_2$ 이다. 이때 수소 기체와 함께 생성된 NaOH은 물에 녹아 염기성을 띠는 물질이므로 (다)에서 페놀프탈레인 용액을 떨어뜨린 수용액이 붉은색으로 변한다.

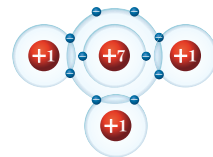
(2) 리튬(Li)이나 칼륨(K) 모두 나트륨(Na)과 같은 알칼리 금속이므로 나트륨(Na) 대신 실험해도 물과 반응하여 수소 기체를 발생하고, 수용액은 염기성을 띠므로 페놀프탈레인 용액이 붉은색으로 변한다. 그런데 알칼리 금속의 반응성은 원자 번호가 클수록 활발하므로 리튬(Li)으로 실험하는 경우 나트륨보다 물과 천천히 반응하고, 칼륨(K)으로 실험하는 경우 나트륨보다 물과 더 격렬하게 반응한다.

채점 기준		배점(%)
(1)	화학 반응식을 옳게 쓰고, 화학 반응식과 관련지어 붉은색으로 변하는 이유를 옳게 설명한 경우	40
	화학 반응식만을 옳게 쓴 경우	20
(2)	반응의 공통점과 차이점을 모두 옳게 설명한 경우	60
	공통점만 옳게 설명한 경우	30

해설 | 알칼리 금속은 모두 물과 반응하여 수소 기체를 발생하고, 반응 후 수용액은 염기성을 나타내므로 페놀프탈레인 용액이 붉은색으로 변하는 공통점이 있다. 알칼리 금속의 반응성은 원자 번호가 클수록 더 활발하므로 나트륨 대신 칼륨으로 실험하면 나트륨보다 물과 더 격렬하게 반응하여 수소 기체를 발생하고, 리튬으로 실험하면 나트륨보다 물과 더 서서히 반응하여 수소 기체를 발생한다.

06 모범 답안 | (1) X 원자 사이의 결합에서 각 X 원자는 전자쌍 3개를 공유하므로 원자가 전자 수는 5이다. 또, X 원자에서 전자가 들어 있는 전자 껍질 수는 2이므로 X는 2주기 15족 원소이다.

(2) X 원자의 원자가 전자 수는 5이고, 수소 원자의 원자가 전자 수는 1이다. 화학 결합을 통해 X는 비활성 기체인 네온(Ne)과 같은 전자 배치를 가지려고 하고, 수소(H)는 비활성 기체인 헬륨(He)과 같은 전자 배치를 가지려고 한다. 따라서 X 원자는 3개의 수소 원자와 각각 전자쌍 1개를 만들어 공유하여 결합하므로 화학 결합 모형은 다음 그림과 같다.



채점 기준		배점(%)
(1)	X의 주기와 족을 화학 결합 모형과 관련지어 옳게 설명한 경우	40
	X의 주기와 족만을 옳게 쓴 경우	20
(2)	화학 결합 모형을 원자가 전자 수, 비활성 기체의 전자 배치와 관련지어 설명하고 모형을 옳게 그린 경우	60
	화학 결합 모형만 옳게 그린 경우	30

해설 | (1) 원자들이 화학 결합을 할 때 원자가 전자가 관여한다. X 원자의 가장 바깥 전자 껍질에 들어 있는 전자, 즉 원자가 전자 수는 5이고, 전자가 들어 있는 전자 껍질 수는 2이다.
(2) 원자가 전자가 5개인 X 원자는 원자가 전자가 1개인 수소와 공유 결합을 하여 가장 바깥 전자 껍질에 전자를 8개 채우려고 한다. 따라서 X 원자 1개는 수소 원자 3개와 각각 전자쌍 1개씩을 공유하여 결합한다.

- 07 모범 답안** | (1) A는 2주기 1족 원소로 금속 원소이고, C는 3주기 17족 원소로 비금속 원소이다. 금속 원소와 비금속 원소가 결합할 때는 양이온과 음이온이 형성되어 두 이온 사이의 정전기적 인력에 의해 결합하므로 A와 C로 이루어진 화합물은 이온 결합인 (가)와 같은 종류의 화학 결합으로 형성된다.
(2) B 원자는 원자가 전자 수가 6이므로 비활성 기체인 네온과 전자 배치가 같아지려면 전자 2개가 부족하다. 따라서 B₂에서 B 원자는 각각 전자 2개씩을 내어 만든 전자쌍 2개를 공유하여 결합한다. C 원자는 원자가 전자 수가 7이므로 비활성 기체인 아르곤과 전자 배치가 같아지려면 전자 1개가 부족하다. 따라서 C₂에서 C 원자는 각각 전자 1개씩을 내어 만든 전자쌍 1개를 공유하여 결합한다.

채점 기준		배점(%)
(1)	화학 결합의 종류를 옳게 고르고, 원자의 전자 배치로부터 각 원자를 금속 원소와 비금속 원소로 분류하여 결합 형성을 옳게 설명한 경우	50
	화학 결합의 종류만 옳게 쓴 경우	20
(2)	B ₂ 와 C ₂ 에서 공유한 전자쌍의 수를 화학 결합의 형성 원리에 따라 모두 옳게 설명한 경우	50
	B ₂ 와 C ₂ 에서 공유한 전자쌍의 수만 쓴 경우	25
	한 가지 물질만 옳게 설명한 경우	25

해설 | (1) A는 1족에 속하는 알칼리 금속이고, B는 16족 원소로 비금속 원소이고, C는 17족에 속하는 할로젠이다. 알칼리 금속과 할로젠이 결합할 때 알칼리 금속 원자는 전자를 잃고 양이온을 형성하고 할로젠 원자는 전자를 얻어 음이온을 형

성하여 이들 두 이온이 정전기적 인력으로 결합하여 이온 결합 물질을 형성한다. 주어진 모형 (가)는 원자 사이에 전자가 이동하여 이온이 형성된 후 두 이온이 정전기적 인력으로 결합하는 이온 결합을 나타낸 것이고, (나)는 결합하는 두 원자가 전자쌍을 공유하여 결합하는 공유 결합을 나타낸 것이다.

(2) B 원자는 원자가 전자 수가 6이므로 네온과 전자 배치가 같아지려면 전자 2개가 부족하고, C 원자는 원자가 전자 수가 7이므로 아르곤과 전자 배치가 같아지려면 전자 1개가 부족하다. 따라서 B₂에서 B 원자는 전자를 각각 2개씩 내어 전자쌍 2개를 만들어 공유하므로 공유하는 전자쌍은 2개이다. 또, C₂에서 C 원자는 전자를 각각 1개씩 내어 전자쌍 1개를 만들어 공유하므로 공유하는 전자쌍은 1개이다.

- 08 모범 답안** | (1) 3주기 원소 A와 B가 화학 결합을 할 때 A는 전자를 잃고 A⁺이 되므로 2주기 비활성 기체인 네온(Ne)과 같은 전자 배치를 갖는다. 한편 B는 B⁻으로 되어 3주기 비활성 기체인 아르곤(Ar)과 같은 전자 배치를 갖는다.
(2) A와 B로 이루어진 물질은 이온 결합 물질이고, (가)는 각 이온이 3차원적으로 배열하므로 고체 상태이다. 고체 상태에서는 이온이 강한 정전기적 인력에 의해 결합되어 있어 자유롭게 이동하지 못하므로 (가)에서는 전기 전도성이 없다. 반면 수용액 상태인 (나)에서는 이온이 자유롭게 이동할 수 있으므로 전원을 연결하면 전류가 흐른다. 즉, (나)에서는 전기 전도성이 있다.

채점 기준		배점(%)
(1)	전자의 이동과 전자 배치를 옳게 설명한 경우	50
	A ⁺ 은 네온과, B ⁻ 은 아르곤과 같은 전자 배치를 갖는다고만 설명한 경우	25
(2)	고체 상태, 수용액 상태에서 이온의 이동 유무를 결합과 관련지어 옳게 설명한 경우	50
	(가), (나)의 전기 전도성 유무만을 옳게 쓴 경우	25

해설 | (1) 3주기 금속 원소는 화학 결합을 할 때 전자를 잃고 양이온이 되므로 네온과 같은 전자 배치를 갖는다. 한편 3주기 비금속 원소가 금속 원소와 화학 결합을 할 때 가장 바깥 전자 껍질에 전자를 모두 채울 때까지 전자를 얻어 음이온이 되므로 같은 주기의 비활성 기체와 같은 전자 배치를 갖는다.

(2) 이온 결합 물질은 고체 상태에서 전하를 띤 이온들이 정전기적 인력에 의해 결합하고 있어 이동할 수 없으므로 전원을 연결해도 전류가 흐르지 않는다. 그러나 수용액 상태에서는 이온들이 자유롭게 이동할 수 있으므로 전기 전도성이 있다.

2 자연의 구성 물질

01 지각과 생명체의 구성 물질

개념 확인해서 **High로!**

1권 88~89쪽

- 01 A: 산소, B: 규소 02 ㄱ, ㄴ, ㄷ 03 (가) 규소,
(나) 탄소 04 A: 산소, B: 규소 05 ㄱ, ㄴ, ㄷ
06 (1) 규산염 사면체 (2) 석영(또는 장석) 07 (1) 흑운모
(2) 판상 구조 08 ㄴ 09 ㉠ 탄소 화합물, ㉡ 탄소
10 ㄴ, ㄷ, ㄹ, ㅁ 11 ㄴ, ㄷ 12 ㄴ

- 01 지구에는 철 다음으로 산소, 규소가 많다. 지각에는 산소가 가장 많고, 그 다음으로 규소가 많다. 따라서 A는 산소, B는 규소이다.
- 02 ㄱ. 지각과 생명체에서 모두 가장 많은 원소는 산소이다.
ㄴ. 생명체는 몸을 구성하는 생명 활동에 필요한 물질을 모두 지구로부터 얻는다.
ㄷ. 지각을 이루는 암석의 대부분은 규산염 광물로 이루어져 있으므로 지각에서는 규소가 주요 구성 원소이다. 생명체를 구성하는 탄소 화합물은 탄소를 중심으로 다른 원소가 결합하여 만들어지므로 생명체에서는 탄소가 주요 구성 원소이다.
- 03 (가)는 규소의 전자 배치를, (나)는 탄소의 전자 배치를 나타낸 것이다.
- 04 규산염 사면체는 산소(A) 4개와 규소(B) 1개가 결합하여 이루어져 있다.
- 05 지각을 이루는 암석은 대부분 규산염 광물로 이루어져 있으며, 규산염 광물은 규산염 사면체를 기본 구조로 하여 규산염 사면체의 결합 규칙에 따라 다양한 광물이 만들어진다.
- 06 (1) (가)는 규산염 사면체가 다른 규산염 사면체와 결합하지 않은 독립형 구조이다. (나)는 규산염 사면체가 단일 사슬 모양으로 길게 결합한 단사슬 구조이다. (다)는 규산염 사면체가 입체 구조를 이룬 망상 구조이다.
(2) 망상 구조로 이루어진 광물의 예로는 석영과 장석이 있다.
- 07 (1) 광물 A는 흑운모이다.
(2) 흑운모를 이루고 있는 결합 구조는 판상 구조이다.
- 08 **[바로 알기]** ㄱ. 탄소 원자의 원자가 전자는 4개이다.
ㄷ. 탄소 원자끼리의 결합은 거의 무한대로 이어질 수 있다.
- 09 생명체는 주로 물과 탄수화물, 단백질, 지질, 핵산 등의 탄소 화

합물로 이루어져 있다. 탄소 화합물은 원자가 전자가 4개인 탄소를 중심으로 산소, 수소, 질소 등이 결합하여 만들어진다.

- 10 물을 제외한 탄수화물, 단백질, 지질, 핵산은 공통적으로 탄소를 포함한다.
- 11 **[바로 알기]** ㄱ. 탄소는 다른 탄소와 단일 결합뿐만 아니라 2중 결합 또는 3중 결합을 형성하여 다양한 탄소 화합물을 만든다.
- 12 **[바로 알기]** ㄱ. 규소와 탄소는 모두 원자가 전자가 4개인 14족 원소이다.
ㄷ. 탄소는 산소를 비롯하여 수소, 질소, 인 등 다양한 원소와 결합한다.

02 생명체 구성 물질의 다양성

개념 확인해서 **High로!**

1권 98~99쪽

- 01 (1) ㉠ 물, ㉡ 단백질 (2) 아미노산 02 탄수화물
03 ㄱ, ㄴ, ㄷ 04 (1) 아미노산 (2) 펩타이드 결합 (3) 폴리펩타이드 05 ㄱ, ㄴ 06 아미노산의 종류와 배열 순서
07 (가) 핵산, (나) 단백질, (다) 녹말 08 (1) 뉴클레오타이드 (2) ㉠ 당, ㉡ 염기 09 (1) (가) DNA, (나) RNA (2) (가) 아데닌(A), 구아닌(G), 사이토신(C), 타이민(T), (나) 아데닌(A), 구아닌(G), 사이토신(C), 유라실(U) 10 ㄱ, ㄴ, ㄷ 11 ...CTGAGTTACGGT... 12 ㄱ, ㄴ, ㄷ

- 01 (1) 생명체에서 가장 많은 비율을 차지하는 것은 물이며, 물 다음으로 단백질이 많다.
(2) 단백질을 이루는 기본 단위체는 아미노산이다.
- 02 탄수화물은 탄소, 수소, 산소의 화학 결합으로 이루어진 포도당을 단위로 만들지며, 생명체에서 주로 에너지원으로 사용된다. 탄수화물은 단당류(포도당), 이당류(엿당), 다당류(녹말, 글리코젠, 셀룰로스 등)로 구분된다.
- 03 생명체를 이루는 탄소 화합물 중 탄수화물(녹말), 단백질, 핵산(DNA, RNA)은 단위체의 결합으로 만들어진 고분자 화합물이다.
- 04 (1) 단백질의 단위체는 아미노산이다.
(2) 이미노산과 아미노산 사이의 결합은 펩타이드 결합이다.
(3) 여러 개의 아미노산이 펩타이드 결합으로 길게 연결된 것은 폴리펩타이드이다.

- 05** ㄱ. 생명체에서 단백질은 뼈, 머리카락, 손톱 등을 구성하는 성분이며 효소와 호르몬의 주성분으로 체내 화학 반응과 생리 기능을 조절한다.
 ㄴ. 우리 몸을 구성하는 아미노산은 20종류이고, 단백질의 종류는 아미노산의 종류, 개수, 배열 순서에 따라 결정된다.
바로 알기 ㄷ. 생명체를 구성하는 성분 중 가장 많은 것은 물이다.
- 06** 단백질은 아미노산의 종류와 배열 순서에 따라 고유한 입체 구조를 갖는다.
- 07** (가)는 뉴클레오타이드로 구성된 핵산이다. (나)는 아미노산이 펩타이드 결합으로 연결되어 형성된 단백질이다. (다)는 포도당으로 구성된 녹말이다.
- 08** (1) 핵산의 단위체는 뉴클레오타이드이다.
 (2) 뉴클레오타이드를 이루는 ㉠은 당, ㉡은 염기이다.
- 09** (가)는 DNA이며, 염기로 아데닌(A), 구아닌(G), 사이토신(C), 타이민(T)을 갖는다. (나)는 RNA이며, 염기로 아데닌(A), 구아닌(G), 사이토신(C), 유라실(U)을 갖는다.
- 10** **바로 알기** ㄷ. RNA의 단위체인 뉴클레오타이드를 이루는 염기가 4종류(A, G, C, U)이므로 뉴클레오타이드도 4종류이다.
- 11** DNA 2중 나선의 염기 아데닌(A)은 타이민(T)과 상보결합하고, 구아닌(G)은 사이토신(C)과 상보결합한다. 따라서 제시된 DNA 가닥과 결합하는 가닥의 염기 서열은 CTGAGTTACGGT이다.
- 12** ㉠은 DNA 2중 나선의 바깥쪽 골격으로 당과 인산으로 이루어져 있다. ㉡은 염기이며, 뉴클레오타이드를 구성하는 성분이다. DNA 2중 나선 1회전에는 10쌍의 염기가 있다.

03 우리 생활과 신소재

개념 확인해서 High로

1권 108~109쪽

- 01** (1) 신소재 (2) ㄱ, ㄴ, ㄷ, ㄹ **02** (1) ㉠ 도체, ㉡ 절연체, ㉢ 반도체, ㉣ 초전도체 (2) ㉢ (3) 임계 온도 **03** (1) 초전도체 (2) T 이하이다. (3) 초전도 현상이 나타나면 초전도체가 외부 자기장을 밀어내기 때문이다. **04** (1) 그래핀 (2) 탄소 (3) ㄱ **05** (1) 초전도체 (2) 그래핀 **06** (1) (라), (바) (2) (라), (바) (3) (다) (4) (가), (나), (마) **07** (가) 탄소 나노 튜브, (나) 풀러렌, (다) 그래핀 **08** 같고리가 있어서 천에 쉽게 달라붙는 점을 모방하였다. **09** ㄱ, ㄷ

- 01** (1) 기존의 재료보다 뛰어난 성질을 가지거나, 기존의 재료에는 없는 새로운 성질을 가진 소재를 신소재라고 한다.
 (2) 측정할 수 있는 물질의 성질을 물리적 성질이라고 하며, 밀도, 자성, 비열, 녹는점 등은 모두 물리적 성질에 해당한다. 이외에 물리적 성질에는 강도, 끓는점, 전기 전도성, 굴절률 등이 있다.
- 02** (1) 전기 저항이 작아 전류가 잘 흐르는 물질은 도체로, 대부분의 금속이나 흑연이 이에 해당한다. 반대로 전기 저항이 커서 전류가 거의 흐르지 않는 물질은 절연체(또는 부도체)로, 고무나 나무 등이 이에 해당한다. 도체와 절연체의 중간 정도의 전기적 성질을 가진 물질은 반도체로, 온도나 압력, 불순물 첨가와 같은 조건을 조절하여 전기 전도성을 다양하게 변화시켜 활용한다. 또한, 매우 낮은 온도에서 전기 저항이 0이 되는 물질을 초전도체라고 하며, 자기 부상 열차나 자기 공명 영상(MRI) 장치 등에 이용한다.
 (2) 트랜지스터나 태양 전지는 순수한 반도체 물질인 규소에 인, 비소, 붕소 등과 같은 물질을 소량 첨가하여 만든다. 따라서 주된 재료는 반도체인 ㉢이다.
 (3) 전기 저항이 0이 되는 초전도 현상이 나타나는 온도를 임계 온도라고 한다.
- 03** (1) 특정 온도 이하의 온도에서 전기 저항이 0이 되므로 초전도체이다.
 (2), (3) (나)는 자석이 초전도체 위에 떠 있는 마이스너 효과가 나타난 모습이다. 이는 초전도체의 온도가 T 보다 낮거나 같을 때 초전도체가 외부 자기장을 밀어내는 성질을 나타내기 때문에 일어난다.
- 04** (1) 탄소 원자들이 육각형 모양의 한 층으로 배열된 신소재로, 흑연으로부터 한 층을 분리하여 얻은 그래핀이다.
 (2) 그래핀은 탄소 원자들이 육각형으로 배열된 평면 구조이다.
 (3) ㄱ. 탄소와 공유 결합하지 않은 전자가 그래핀 위를 빠르게 이동할 수 있어서 그래핀은 전기 전도성이 우수하다.
바로 알기 ㄴ. 그래핀은 강도가 강철보다 높으면서도 휘거나 구부릴 수 있다는 특징이 있다.
 ㄷ. 그래핀은 열전도성이 매우 뛰어난 물질이다. 반면 단열재는 열을 차단하는 재료이므로 열전도성이 낮은 물질로 만들어야 한다.
- 05** (1) 초전도체는 임계 온도 이하의 온도에서 전기 저항이 0이므로 강한 전류를 흐르게 하면 강한 자기장을 발생시키고, 열이 발생하지 않아 손실되는 전력이 거의 없다. 그러나 대부분의

초전도체의 임계 온도는 매우 낮아서, 초전도체를 활용하기 위한 극저온 상태를 유지하는 데 많은 비용이 든다. 한편 임계 온도가 비교적 높은 초전도체의 경우에는 초전도 현상이 유지될 수 있는 조건이 까다롭다. 이러한 제약들로 인해 초전도체가 쉽게 상용화되지 못하고 있다.

(2) 그래핀은 대량 생산이 어렵고 생산 비용이 많이 든다. 또한, 반도체에 비해 전기적 성질을 변화시키기 어려워 아직은 활용하는 분야가 제한적이다.

06 (1), (2) 매우 얇고 투명하며, 강도가 강철보다 강하면서도 휘거나 구부릴 수 있는 특징을 가진 신소재는 그래핀이다. 이러한 성질을 이용하여 투명하고 구부러지는 디스플레이를 만든다. 또한, 균일하고 촘촘한 육각형 구조를 통해 바닷물의 염분을 걸러 담수로 만드는 필터로도 활용한다.

(3) 규소와 같은 순수한 반도체에는 전류가 잘 흐르지 않지만, 인, 비소, 붕소 등과 같은 물질을 소량 첨가하면 전기 전도성이 크게 증가한다. 이러한 신소재는 발광 다이오드, 트랜지스터, 집적 회로 등과 같은 전기 소자를 만드는 데 쓰인다.

(4) 초전도체는 특정 온도 이하의 온도에서 전기 저항이 0이 되어 강한 전류가 흘러도 열이 발생하지 않는다. 따라서 초전도체로 만든 전자석에 강한 전류를 흘려 주면 강한 자기장을 만들 수 있다. 자기 부상 열차나 핵융합 장치, 자기 공명 영상 장치 등은 이러한 성질을 이용한다.

07 (가): 탄소 원자들이 튜브 형태로 결합된 탄소 나노 튜브는 전기 전도성과 열전도성이 크고, 강도는 강철보다 100배 이상 강하다.

(나): 탄소 원자들이 축구공 형태로 결합된 풀러렌은 내부에 빈 공간이 있어서 인체 내에서 의약품을 담아 운반하는 데 사용할 수 있다.

(다): 탄소 원자들이 한 층의 평면으로 결합된 신소재는 그래핀이다.

08 도꼬마리 열매 끝에는 갈고리가 있어서 동물의 털이나 천에 잘 달라붙는다. 흔히 '찍찍이'라고 부르는 벨크로 테이프는 도꼬마리 열매를 모방하여 만든 것이다.

09 ㄱ, ㄷ. 연잎의 표면에 있는 많은 돌기들은 물을 밀어내어 물에 젖지 않는다. 이는 방수 처리가 된 옷감이나, 비가 내리는 날 물이 빠르게 흘러내리도록 하기 위해 자동차 유리에 뿌리는 유리 코팅제 등에 활용할 수 있다.

[바로 알기] ㄴ. 홍합의 족사는 파도가 쳐도 홍합이 바위에 잘 달라붙어 있게 한다. 이를 모방하면 수술 부위 접합을 위한 의료용 접착제나 수중 접착제를 만들 수 있다.

중단원 개념 모아 정리하기

1권 110~111쪽

- | | | |
|--------------|---------|-----------|
| ① 수소 | ② 규소 | ③ 탄소 |
| ④ 규산염 사면체 | ⑤ 복사슬 | ⑥ 탄소 화합물 |
| ⑦ 4 | ⑧ 핵산 | ⑨ 물 |
| ⑩ 아미노산 | ⑪ 펩타이드 | ⑫ 뉴클레오타이드 |
| ⑬ A, G, C, U | ⑭ 상보결합 | ⑮ 뉴클레오타이드 |
| ⑯ 신소재 | ⑰ 초전도체 | ⑱ 그래핀 |
| ⑲ 불순물 반도체 | ⑳ 생체 모방 | |

실력 높여 Top으로!

1권 112~117쪽

- | | | | | | |
|----------------------------------|-------------|-------------|-------------|----------------|-------------|
| 01 ① | 02 ③ | 03 ② | 04 ⑤ | 05 ⑤ | 06 ④ |
| 07 ⑤ | 08 ④ | 09 ① | 10 ④ | 11 ③ | 12 ④ |
| 13 ① | 14 ⑤ | 15 ③ | 16 ③ | 17 ② | 18 ① |
| 19 ㉠ 20, ㉡ 27, ㉢ 30, ㉣ 23 | 20 ④ | 21 ③ | 22 ④ | | |
| 23 ③ | 24 ⑤ | 25 ① | 26 ⑤ | 27 ①, ② | |

01 우주에 가장 풍부한 원소 A는 수소이고, 지각에 가장 풍부한 원소 B는 산소이다.

02 ㄱ. 지각과 생명체를 구성하는 원소 중 질량비가 가장 높은 ㉠은 산소이다.

ㄴ. 지각에는 산소 다음으로 규소가 많다. 이것은 지각의 암석을 구성하는 광물의 대부분이 규산염 광물이기 때문이다.

[바로 알기] ㄷ. 생명체에 탄소가 많은 것은 생명체가 탄수화물, 단백질, 핵산 등과 같은 탄소 화합물로 되어 있기 때문이다.

03 ㄴ. 생명체를 구성하는 철은 우주를 구성하는 별 내부의 핵융합으로 생성된 것이다.

[바로 알기] ㄱ. 지구와 생명체의 구성 원소는 우주로부터 기원하였다. 수소와 헬륨은 빅뱅에 의해 초기 우주에서 만들어진 것이고, 그보다 무거우면서 철보다 가벼운 원소는 별 내부의 핵융합에 의해 만들어진 것이다. 철보다 무거운 원소는 초신성 폭발 때 만들어진 것이다.

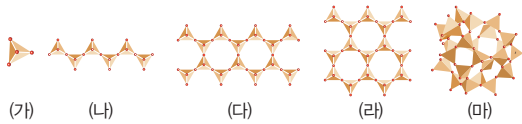
ㄷ. 지구를 구성하는 원소의 종류가 생명체를 구성하는 원소의 종류보다 많다.

04 ㄱ. 지각의 암석을 구성하는 광물은 대부분 규산염 광물이다.

ㄴ. 규산염 광물의 주요 구성 원소는 규소(Si)와 산소(O)이다.

ㄷ. 규산염 광물은 기본 구조인 규산염 사면체가 다양한 형태로 결합하여 다양한 광물이 있다.

규산염 광물의 결합 구조



- (가) 독립형 구조: 규산염 사면체가 독립적으로 존재하여 인접하는 사면체 간에 공유하는 산소가 없다. 이웃하는 사면체와는 중간에 다른 양이온이 결합하여 연결된다. ㉠ 감람석
- (나) 단사슬 구조: 인접하는 사면체와 2개의 산소를 공유하여 단일 사슬 모양으로 결합한다. ㉡ 휘석
- (다) 복사슬 구조: 인접하는 사면체와 2~3개의 산소를 공유하여 단일 사슬이 두 층으로 결합되어 있다. ㉢ 각섬석
- (라) 판상 구조: 인접하는 사면체와 3개의 산소를 공유하여 넓게 펼쳐진 판 모양의 구조를 이룬다. ㉣ 흑운모
- (마) 망상 구조: 인접하는 사면체와 4개의 산소를 공유하여 3차원 입체 구조를 이룬다. ㉤ 석영, 장석

⑤ (마)는 입체 구조로 규산염 사면체가 산소 4개를 모두 공유한다.

[바로 알기] ① (가)는 독립형 구조로 다른 규산염 사면체와 공유하는 산소가 없다.

② (나)는 단사슬 구조로 규산염 사면체가 다른 규산염 사면체와 산소 2개를 공유한다.

③ (다)는 복사슬 구조로 규산염 사면체가 산소 2~3개를 다른 규산염 사면체와 공유하여 2중 사슬 모양을 이룬다.

④ (라)는 판상 구조로 규산염 사면체가 다른 규산염 사면체와 산소 3개를 공유한다.

06 [바로 알기] ① (가) 독립형 구조의 광물로는 감람석이 있다.

② (나) 단사슬 구조의 광물로는 휘석이 있다.

③ (다) 복사슬 구조의 광물로는 각섬석이 있다.

⑤ (마) 망상 구조의 광물로는 석영, 장석이 있다.

07 ① 석영은 망상 구조로 되어 있어 화학적 풍화에 강하다.

② 휘석의 결정형은 기둥 모양이며, 단사슬 구조로 두 방향의 쪼개짐이 나타난다.

③ 흑운모는 판상 구조로 얇은 판 모양으로 쪼개진다.

④ 각섬석은 복사슬 구조이며, 두 방향의 쪼개짐이 나타난다.

[바로 알기] ⑤ 감람석은 독립형 구조로, 규소와 산소의 비율이 1:4이다. 따라서 규소에 대한 산소의 비율이 가장 높다.

08 ㄴ. 탄소 원자는 원자가 전자가 4개로 탄소 원자 1개는 최대 4개의 원자와 공유 결합할 수 있다.

ㄷ. 탄소는 다른 탄소 원자와 결합하여 길이와 구조가 다양한

골격을 형성하여 다양한 탄소 화합물을 만들 수 있다.

[바로 알기] ㄱ. 탄소는 생명체를 구성하는 중요한 원소이지만 생명체를 구성하는 물질 중 물이나 무기염류에는 포함되어 있지 않다.

09 ㄱ. DNA는 탄소, 수소, 산소, 질소, 인으로 구성되므로 탄소 화합물이다.

[바로 알기] ㄴ. 탄소 화합물은 탄소를 중심으로 수소, 산소, 질소, 인 등이 공유 결합한 화합물이다.

ㄷ. 탄소는 다른 탄소 원자와 결합하여 길이와 구조가 다양한 탄소 골격을 형성하므로 탄소 화합물의 종류는 매우 많다.

10 ㄱ. 그림의 탄소 골격은 길게 한 줄로 연결된 사슬 모양이다.

ㄷ. 그림의 화합물은 탄소, 수소, 산소가 결합한 탄소 골격으로 이루어져 있다.

[바로 알기] ㄴ. 그림의 탄소 골격에서 2중 결합이 있는 탄소를 제외한 탄소는 각각 4개의 원자와 공유 결합하고 있다.

11 ③ 지질, 포도당, 단백질, DNA는 생명체를 구성하는 탄소 화합물로 탄소 원자를 포함한다.

[바로 알기] ① 효소의 주성분은 단백질이다.

② 지질, 포도당, 단백질은 에너지원으로 사용된다. DNA는 유전 정보를 저장하는 역할을 한다.

④ 세포막을 구성하는 주성분은 인지질과 단백질이다.

⑤ 바이타민과 무기염류가 적은 양으로 생리 기능을 조절한다.

12 ㄴ. ㉠은 단백질이며, 효소와 호르몬의 주성분이다.

ㄷ. 유전 정보의 저장과 전달에 관여하는 물질은 핵산이다. 사람의 몸을 구성하는 성분비 중 핵산의 비율은 1.5 %이다.

[바로 알기] ㄱ. 사람의 몸을 구성하는 물질 중 가장 많은 비율을 차지하는 ㉡은 물이다.

13 ㄱ. A는 물에 녹지 않고 유기 용매에 잘 녹으므로 지질의 한 종류인 중성 지방이다. 중성 지방은 에너지원으로 사용된다. B는 포도당으로 이루어진 녹말이며, 에너지원으로 사용된다.

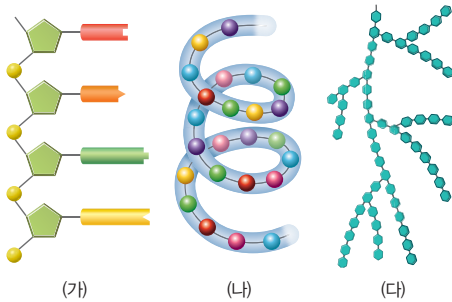
[바로 알기] ㄴ. 녹말은 단위체가 포도당 한 종류밖에 없으므로 배열 순서는 모두 같다. 탄수화물의 종류는 단위체가 결합하는 방식에 따라 달라진다.

ㄷ. C는 무기염류이다. 호르몬 중에는 단백질 성분인 것과 스테로이드 성분인 것이 있다.

14 단위체가 펩타이드 결합으로 연결되어 있으므로 물질 X는 단백질이다. 단백질의 구성 원소는 탄소, 수소, 산소, 질소이며 단위체는 아미노산이다.

15 자료 해석하기

핵산, 단백질, 탄수화물의 구조



- (가): 인산, 당, 염기로 이루어진 뉴클레오타이드 단위체로 구성되어 있다. → RNA
- (나): 여러 종류의 단위체가 긴 사슬 모양으로 연결되어 있다. → 단백질
- (다): 한 종류의 단위체가 가지 모양으로 연결되어 있다. → 글리코젠

③ 각각의 단위체 종류는 RNA(가)는 4종류, 단백질(나)은 20종류, 글리코젠(다)은 1종류이다.

바로 알기 ① RNA의 단위체는 뉴클레오타이드이다.

② 단백질은 탄소, 수소, 산소, 질소로 이루어져 있고, 탄수화물인 글리코젠은 탄소, 수소, 산소로 이루어져 있다.

④ 단백질의 단위체는 아미노산이다.

⑤ 글리코젠은 단위체인 포도당이 가지 모양으로 연결되어 있다.

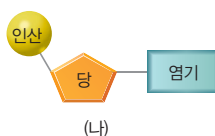
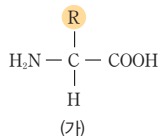
16 ㄱ. (가)는 아미노산이며, (나)는 아미노산이 펩타이드 결합으로 연결된 폴리펩타이드이다.

ㄴ. 폴리펩타이드(나)의 아미노산 배열이 달라지면 단백질(다)의 입체 구조가 변할 수 있다.

바로 알기 ㄷ. 단백질은 열에 약하므로 단백질에 열을 가하면 입체 구조가 변하여 그 기능도 상실한다.

17 자료 해석하기

아미노산과 뉴클레오타이드의 구조



- (가): 탄소 원자를 중심으로 아미노기, 카복실기, 수소 원자, 곁사슬이 결합된 아미노산으로, 단백질을 구성하는 단위체이다.
- (나): 인산, 당, 염기가 1:1:1로 결합되어 있는 뉴클레오타이드로, 핵산을 구성하는 단위체이다.

ㄷ. 한 뉴클레오타이드의 인산이 다른 뉴클레오타이드의 당에

결합하는 방식으로 단위체가 계속 결합하여 고분자 화합물인 핵산을 형성한다.

바로 알기 ㄱ. 단백질을 구성하는 아미노산은 20종류가 있다.

ㄴ. 아미노산의 배열 순서에 의해 단백질의 입체 구조와 기능이 결정된다. 유전 정보는 DNA를 구성하는 뉴클레오타이드의 배열에 따른 염기 서열에 저장된다.

18 ㄱ. DNA는 염기 서열에 유전 정보를 저장하고 있는 유전 물질이다.

바로 알기 ㄴ. DNA를 구성하는 염기는 A, G, C, T의 4종류이며, U는 RNA에 있는 염기이다.

ㄷ. DNA는 뉴클레오타이드의 당과 인산의 공유 결합으로 바깥쪽의 골격이 형성되고, 폴리뉴클레오타이드 사슬 안쪽에 염기가 수소 결합으로 연결되어 있다.

19 DNA 2중 나선의 폴리뉴클레오타이드의 두 가닥은 염기가 상보결합을 하고 있다. 따라서 두 가닥의 폴리뉴클레오타이드는 상보적인 염기의 비율이 같다. 즉, 가닥 1의 아데닌(A) 비율과 가닥 2의 타이민(T) 비율이 같고, 가닥 1의 구아닌(G) 비율과 가닥 2의 사이토신(C) 비율이 같다.

20 ④ RNA의 염기는 A, G, C, U 4종류이다.

바로 알기 ① DNA의 당은 디옥시리보스이다.

② DNA는 2중 나선 구조이다.

③ DNA는 염기로 아데닌(A), 구아닌(G), 사이토신(C), 타이민(T)을 갖는다. 유라실(U)은 RNA의 염기이다.

⑤ RNA는 단일 가닥이므로 아데닌(A)과 유라실(U)이 항상 상보적으로 결합하지 않는다.

21 ㄱ. 단백질과 DNA는 구성 원소로 탄소, 수소, 산소, 질소를 갖는다.

ㄴ. 단백질의 단위체인 아미노산 배열 순서는 DNA의 염기 서열에 저장되어 있다.

바로 알기 ㄷ. DNA는 단위체인 뉴클레오타이드의 배열 순서에 의해 염기 서열이 달라지지만 염기 서열에 관계없이 2중 나선 구조를 이룬다.

22 ㄱ. ㄷ. 과거 철이라는 신소재로 만든 농기구를 사용하면서 농업 생산력이 크게 증가하기 시작하였다. 이처럼 신소재는 인류의 삶을 크게 발전시킬 정도로 중요하여, 문명의 발전 단계를 소재에 따라 석기 시대, 청동기 시대, 철기 시대 등으로 구분하기도 한다.

바로 알기 ㄴ. 철기 시대 이후 인류 문명의 단계를 소재에 따

라 잘 구분하지는 않지만, 신소재는 현재까지 계속 인류의 문명을 발전시켜 왔으며 지금도 여러 가지 신소재를 개발하고 있다.

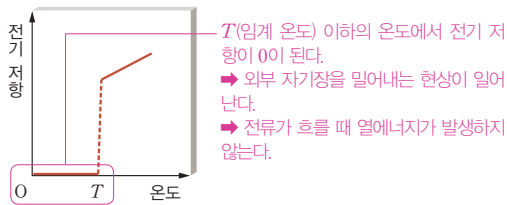
- 23 가. (가)는 초전도체로, 특정 온도 이하의 온도에서 전기 저항이 0이 되면 전류가 흐를 때 열이 발생하지 않아 에너지 손실 없이 강한 전류를 흐르게 할 수 있다.

나. (나)는 불순물 반도체로, 순수한 규소에는 전류가 잘 흐르지 않지만, 비소나 붕소와 같은 특정한 원소를 소량 첨가하면 전기 전도성이 크게 상승한다.

바로 알기 나. (나)는 그래핀으로, 그래핀은 강도가 강철보다 우수하면서도 휘거나 구부릴 수 있다.

24 자료 해석하기

초전도체와 임계 온도



가. 특정 온도 이하의 온도에서 전기 저항이 0이 되므로 이 신소재는 초전도체이다.

나, 다. T 이하의 온도에서 전기 저항이 0이 되는 초전도 현상이 나타나면 초전도체는 외부 자기장을 밀어내므로 자석이 초전도체 위에 뜨게 된다. 이를 마이스너 효과라고 한다.

- 25 ②, ⑤ 흑연에서 한 층을 분리하여 얻은 신소재는 그래핀으로, 탄소 원자들이 육각형 모양으로 배열된 평면 구조이다. 이러한 균일하고 촘촘한 구조는 바닷물의 염분을 걸러 내어 담수로 바꾸는 필터로도 활용될 수 있다.

③ 그래핀은 아주 얇고 빛을 투과시킬 수 있으며 휘거나 구부릴 수 있다. 따라서 투명하고 휘어지는 디스플레이의 재료로 활용된다.

④ 그래핀은 반도체에 비해 전기적 성질을 변화시키기 어렵고, 대량 생산이 힘들다는 단점이 있다.

바로 알기 ① 그래핀은 열전도성이 높은 소재이다. 따라서 열의 차단, 즉 단열과는 거리가 먼 소재이다.

- 26 순수한 규소에는 전류가 잘 흐르지 않지만, 원자가 전자가 5개나 3개인 특정 원소를 소량 첨가하면 전기 전도성이 증가한다. 그리고 첨가한 원소에 따라 전기적 성질에 차이가 생기므로, 이를 이용하면 트랜지스터나 발광 다이오드, 태양 전지 등을 만들 수 있다. 또한, 이들을 조밀하게 제작하여 각종 집적 회로를 만들 수도 있다.

바로 알기 ⑤ 전력 손실이 없는 송전선은 초전도체의 온도를 임계 온도 이하로 유지시킬 때 전기 저항이 0이 되는 것을 활용한 예이다.

27 자료 해석하기

생체 모방 기술

자연은 주변 환경과 조화를 이루며 진화하는 과정을 통해 독특한 특성을 발전시켜 왔다. 이러한 특성들을 모방하여 신소재를 만들기도 하는데, 이러한 기술을 생체 모방 기술이라고 한다.



(가)



(나)

도꼬마리 열매 끝에는 갈고리가 있어서 동물의 털이나 천에 잘 달라붙는다. 흔히 '찍찍이'라고 부르는 벨크로 테이프는 도꼬마리 열매를 모방하여 만든 것이다.

① 연잎 표면에는 돌기가 많아서 물을 밀어내므로 연잎은 물에 잘 젖지 않는다. 이를 모방하여 유리 코팅제를 만든다.

② 홍합 족사는 파도가 쳐도 홍합이 바위에 잘 달라붙어 있게 한다. 이를 모방하여 수중 접착제를 만든다.

바로 알기 ③, ④, ⑤ 트랜지스터는 반도체, 전자 종이는 그래핀, MRI 장치는 초전도체를 이용하여 만든 것으로, 생체 모방과는 직접적인 관계가 없다.

차이를 만드는 통합 사고력 문제

1권 118~121쪽

- 01 모범 답안 | 지각에서 규소의 질량비가 높은 이유는 지각의 암석을 구성하는 광물의 대부분이 규소와 산소가 주성분인 규산염 광물로 이루어져 있기 때문이다. 생명체에서 탄소의 질량비가 높은 이유는 생명체를 구성하는 탄수화물, 단백질, 지질, 핵산과 같은 주요 물질이 탄소 화합물이기 때문이다.

채점 기준	배점(%)
지각과 생명체에서 규소와 탄소의 질량비가 높은 이유를 규산염 광물과 탄소 화합물을 모두 들어 옳게 설명한 경우	100
지각과 생명체에서 규소와 탄소의 질량비가 높은 이유를 한 가지 원소에 대해서만 옳게 설명한 경우	50

해설 | 지각은 암석으로 구성되어 있으며, 암석은 광물로 구성되어 있다. 광물의 대부분은 규산염 광물이다. 생명체에서 생

명 활동에 중요한 기능을 담당하는 탄수화물, 단백질, 지질, 핵산은 공통적으로 탄소를 포함하는 탄소 화합물이다.

02 모범 답안 | 규산염 사면체의 결합 구조가 다양하고, 여기에 결합하는 금속 이온의 종류와 비율에 따라 다양한 규산염 광물이 만들어지기 때문이다.

채점 기준	배점(%)
규산염 사면체의 결합 구조와 결합의 다양성을 옳게 설명한 경우	100
규산염 사면체 결합 구조의 다양성만 설명한 경우	50

해설 | 규산염 광물의 기본 구조는 규산염 사면체이지만, 결합하는 방식에 따라 그 구조는 독립형, 단사슬, 복사슬, 판상, 망상 구조로 다양하다. 그에 따라 다양한 규산염 광물이 생기며, 여기에 금속 이온이 결합하여 더 다양한 종류가 생긴다.

03 모범 답안 | 탄소는 원자가 전자가 4개이므로 최대 4개의 공유 결합을 할 수 있어 다른 탄소 원자와 결합하여 길이와 모양이 다양한 탄소 골격을 형성하며, 수소, 산소, 질소, 인 등 다양한 원소와 결합할 수 있기 때문이다.

채점 기준	배점(%)
탄소의 원자가 전자의 수와 다양한 탄소 골격의 형성을 모두 들어 옳게 설명한 경우	100
탄소가 다른 탄소와 결합할 수 있기 때문이라고만 설명한 경우	30

해설 | 탄소는 다른 탄소와 결합하여 탄소 골격을 형성하고, 탄소의 개수와 결합 방식에 따라 다양한 화합물을 만들 수 있다.

04 모범 답안 | (1) 단백질의 기능은 입체 구조에 의해 결정되며, 단백질의 입체 구조는 아미노산 배열 순서에 의해 결정된다. 따라서 결합하는 아미노산의 종류, 개수, 배열 순서에 따라 많은 종류의 단백질을 형성할 수 있다.

(2) 아밀레이스에 열을 가하면 주성분인 단백질의 고유한 입체 구조가 변하여 단백질이 기능을 잃게 되기 때문이다.

채점 기준	배점(%)
(1) 단백질의 입체 구조, 아미노산의 배열 순서, 종류와 개수를 모두 들어 옳게 설명한 경우	50
단백질의 종류에 따라 아미노산의 배열 순서나 수가 다르다고만 설명한 경우	30
(2) 열에 의해 단백질의 입체 구조가 바뀐다는 것을 옳게 설명한 경우	50
열에 의해 단백질이 변성한다고만 설명한 경우	30

해설 | (1) 단백질의 아미노산 배열 순서는 단백질의 입체 구조를 결정하고, 단백질은 고유한 입체 구조를 가짐으로써 특정 기능을 나타낸다.

(2) 열에 의해 단백질이 기능을 잃는 것은 입체 구조를 형성하던 약한 결합인 수소 결합이 깨져 단백질의 입체 구조가 달라지기 때문이다.

05 모범 답안 | (1) DNA를 구성하는 단위체는 인산, 당, 염기가 1:1:1로 결합한 뉴클레오타이드이다. 당은 디옥시리보스이며, 염기로는 아데닌(A), 구아닌(G), 사이토신(C), 타이민(T)이 있다. 뉴클레오타이드 하나당 염기가 하나 있으므로 (가) 부분을 구성하는 단위체인 뉴클레오타이드의 개수는 염기의 개수와 같은 12개이다.

(2) DNA의 염기 서열에는 단백질의 아미노산 배열 순서와 같은 유전 정보가 저장되어 있다.

채점 기준	배점(%)
(1) DNA의 단위체 구성을 옳게 설명하고 단위체의 개수를 언급하여 옳게 설명한 경우	50
DNA의 단위체 구성만 옳게 설명한 경우	30
DNA를 구성하는 단위체의 이름과 개수만 옳게 쓴 경우	20
(2) DNA의 염기 서열에 유전 정보가 저장된다는 것을 옳게 설명한 경우	50

해설 | (1) DNA는 당으로 디옥시리보스를 가진다고 해서 붙은 이름이다. 단위체는 인산, 당, 염기가 1:1:1로 결합하여 구성되므로, DNA를 구성하는 단위체의 개수는 염기의 개수로 계산할 수 있다.

(2) DNA는 유전 정보를 저장하는 기능을 한다. 이것은 DNA의 다양한 염기 서열에 유전 정보를 암호화할 수 있기에 가능하다.

06 모범 답안 | DNA를 구성하는 염기는 A, G, C, T이고, RNA를 구성하는 염기는 A, G, C, U이다. DNA는 두 가닥의 폴리뉴클레오타이드가 염기끼리 상보결합하여 2중 나선 구조를 이룬다. RNA는 한 가닥의 폴리뉴클레오타이드로 구성된 단일 가닥 구조이다.

채점 기준	배점(%)
DNA와 RNA를 구성하는 염기와 구조의 차이점을 옳게 설명한 경우	100
DNA와 RNA를 구성하는 염기만 옳게 설명한 경우	50

해설 | DNA와 RNA의 뉴클레오타이드를 이루는 염기는 각각 4종류이다. A, G, C은 DNA와 RNA가 공통으로 갖고 있지만, T은 DNA만, U은 RNA만 갖고 있다. DNA는 폴리뉴클레오타이드 두 가닥이 꼬여 있는 2중 나선 구조이고, RNA는 단일 가닥이다.

07 모범 답안 | 초전도체의 전기 저항이 0이 되면 강한 전류를 흐르게 할 수 있고, 이 강한 전류는 강한 자기장을 만들어 플라스마 상태의 입자들을 가두어 둘 수 있다.

채점 기준	배점(%)
전기 저항이 0이 되어 강한 전류를 흐르게 하여 강한 자기장을 만든다고 설명한 경우	100
강한 자기장을 만든다고만 설명한 경우	80
강한 전류를 흐르게 한다고만 설명한 경우	40

해설 | 전기 저항이 0이 아닌 일반 도체에 강한 전류가 흐르면 많은 열이 발생하므로 장시간 작동이 불가능하다. 하지만 초전도체로 만든 전자석의 전기 저항을 0으로 유지시키면 강한 전류가 흘러도 열이 발생하지 않아 장시간 작동하면서 강한 자기장을 유지시켜 준다.

08 모범 답안 | • 디스플레이 뒤로 손 부분이 비쳐 보이므로 그래핀은 빛을 잘 투과하는 성질을 가진다는 것을 알 수 있다.
• 양손으로 디스플레이를 구부려도 파손되는 부분이 없으므로 그래핀은 잘 휘거나 구부러지는 성질을 가진다는 것을 알 수 있다.
• 디스플레이에서 영상이 재생되므로 그래핀은 전류가 잘 흐르는 성질을 가진다는 것을 알 수 있다.
• 디스플레이의 두께가 매우 얇으므로 그래핀은 매우 얇다는 것을 알 수 있다. 등

채점 기준	배점(%)
그림에서 볼 수 있는 것을 근거로 들어 그래핀의 성질을 세 가지 이상 설명한 경우	100
그림에서 볼 수 있는 것을 근거로 들어 그래핀의 성질을 두 가지만 설명한 경우	60
그림에서 볼 수 있는 것을 근거로 들어 그래핀의 성질을 한 가지만 설명한 경우	30
근거를 들지 않고 그래핀의 성질만 나열한 경우	40

해설 | 그래핀은 강도가 우수하면서도 휘거나 구부릴 수 있고, 매우 얇고 투명하며, 전기 전도성이 우수하다. 따라서 투명하고 휘어지는 디스플레이나 야간 투시용 콘택트 렌즈 등을 만드는 데 이용된다.

High Top을 완성하는 수능형 문제

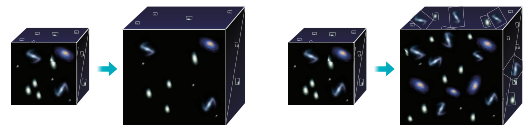
1권 122~133쪽

1 ③	2 ⑤	3 ③	4 ④	5 ②	6 ①
7 ③	8 ④	9 ②	10 ④	11 ①	12 ⑤
13 ①	14 ⑤	15 ③	16 ③	17 ③	18 ⑤
19 ④	20 ④	21 ③	22 ④	23 ②	24 ③

1

자료 해석하기

빅뱅 우주론과 정상 우주론의 비교



(가) 빅뱅 우주론

(나) 정상 우주론

구분	(가) 빅뱅 우주론	(나) 정상 우주론
우주의 크기	팽창	팽창
우주의 질량	일정	증가
우주의 밀도	감소	일정

ㄱ, ㄴ. 우주 전역에 분포하는 수소와 헬륨의 질량비 약 3 : 1 과, 우주의 모든 방향에서 관측되는 온도 약 3 K에 해당하는 우주 배경 복사는 빅뱅 우주론을 지지하는 증거이다.

[바로 알기] ㄷ. 두 우주론은 모두 우주가 팽창하고 있다고 주장하고 있으므로 멀리 있는 외부 은하들이 더 빨리 멀어지고 있다는 허블 법칙만으로 논쟁을 해결할 수 없다.

2

ㄱ. 헬륨 원자핵은 양성자 2개와 중성자 2개의 비율로 이루어진 시기에 양성자 2개와 중성자 2개가 결합하여 생성되었다. 따라서 헬륨 원자핵이 생성되기 직전에 양성자와 중성자의 개수비는 약 7 : 1이다.

ㄴ. 헬륨 원자핵이 생성된 후 수소 원자핵(양성자)과 헬륨 원자핵의 개수비는 약 12 : 1이다. 양성자 2개와 중성자 2개로 이루어진 헬륨 원자핵의 질량은 양성자 1개로 이루어진 수소 원자핵 질량의 약 4배이므로, 수소 원자핵과 헬륨 원자핵의 질량비는 (12개 × 1) : (1개 × 4) = 약 3 : 1이다.

ㄷ. 현재 우주에 존재하는 헬륨의 양은 거의 대부분 초기 우주에서 생성된 것이며, 별 내부에서 생성된 양은 상대적으로 매우 적다. 따라서 빅뱅 핵합성 직후의 수소와 헬륨의 질량비는 현재 우주와 거의 비슷하다.

3

ㄱ. 빅뱅 이후 우주가 팽창하면서 우주의 온도가 점차 낮아져서 우주의 나이 약 38만 년이 되었을 때 우주의 온도는 약 3000 K이었다. 따라서 A 기간에는 우주의 온도가 3000 K보다 높았다.

ㄷ. A 시기는 수소 원자가 생성되기 전이다. 따라서 수소 원자는 B 시기에 더 많았다.

[바로 알기] ㄴ. 우주 나이 약 38만 년이 되었을 때 수소 원자와 헬륨 원자가 생성되었으며, 은하는 B 기간에 형성되어 우주의 팽창으로 서로 멀어졌다.

- 4 ㄱ. (가)에서 우주 배경 복사의 관측값은 온도 약 3 K인 흑체 복사 곡선과 거의 일치한다.

ㄴ. 우주의 온도가 약 3000 K일 때 퍼져 나간 우주 배경 복사는 우주가 팽창하면서 온도가 점차 낮아져 현재 약 3 K에 해당하는 복사로 관측된다.

[바로 알기] ㄷ. 우주 배경 복사는 우주의 모든 방향에 대체로 균일하게 분포하지만, 코비(COBE) 위성의 관측 결과 미세한 차이가 있다는 사실이 밝혀졌다.

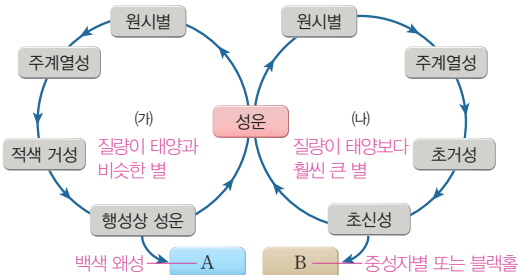
- 5 ㄴ. 우주의 나이가 약 38만 년일 때 원자핵과 전자가 결합하여 원자가 생성되었다. 따라서 원자가 생성되기 전인 (나) 시기에는 전자가 자유롭게 돌아다니고 있었다.

[바로 알기] ㄱ. (가) 시기에는 아직 원자가 생성되지 않았다. 빅뱅 이후 약 38만 년이 되었을 때 수소 원자와 헬륨 원자가 생성되었다.

ㄷ. 우주에서 가장 가벼운 원소는 수소이다. 수소 원자핵은 양성자 1개로 이루어져 있으므로 빅뱅 이후 약 10^{-6} 초일 때 생성되기 시작하였다.

6 자료 해석하기

질량에 따른 별의 진화 과정



- 질량이 태양과 비슷한 별의 진화 과정: 성운 → 원시별 → 주계열성 → 적색 거성 → 행성상 성운, 백색 왜성
- 질량이 태양보다 훨씬 큰 별의 진화 과정: 성운 → 원시별 → 주계열성 → 초거성 → 초신성 → 중성자별 또는 블랙홀

ㄱ. (가)는 주계열성에서 적색 거성을 거쳐 행성상 성운이 되므로 질량이 태양과 비슷한 별의 진화 과정이고, (나)는 주계열성에서 초거성을 거쳐 초신성이 되므로 질량이 태양보다 훨씬 큰 별의 진화 과정이다. 따라서 (가)는 (나)보다 질량이 작은 별의 진화 과정이다.

[바로 알기] ㄴ. 질량이 태양과 비슷한 별은 최종적으로 백색 왜성이 되고, 질량이 태양보다 훨씬 큰 별은 최종적으로 중성자별 또는 블랙홀이 된다. 따라서 A는 백색 왜성이고, B는 중성자별 또는 블랙홀이다.

ㄷ. 질량이 태양과 비슷한 별에서는 탄소까지 생성된다. 반면 질량이 태양보다 훨씬 큰 별의 내부에서는 철까지 생성되고, 초신성 폭발에 의해 철보다 무거운 원소가 생성된다. 따라서 (가)보다 (나)에서 더 무거운 원소가 생성된다.

- 7 ㄱ. A → B 과정에서 태양계 성운이 회전하면서 중력에 의해 수축하여 대부분의 물질이 중심부로 모여들었다. 이때 회전에 의한 원심력의 영향으로 일부 물질이 납작한 원반 모양을 형성하였다.

ㄴ. B → C 과정에서 중심부의 중력 수축으로 원시 태양이 형성되었다. 원시 태양은 원시별이므로 C → D 과정에서 중력 수축에 의해 밀도와 온도가 계속 상승하였다.

[바로 알기] ㄷ. D의 원시 행성들은 납작한 원반에서 형성된 미행성체들의 충돌에 의해 형성되었다.

- 8 ㄱ. 별이 생기기 전까지는 우주에 수소와 헬륨, 소량의 리튬만 존재하였다.

ㄷ, ㄴ. 철보다 무거운 원소는 초신성 폭발 과정에서 생성된 것이다. 따라서 태양계에 철보다 무거운 원소가 존재한다는 것은 태양계가 형성되기 전에 주변에서 초신성 폭발이 일어났으며, 이때 방출된 원소들이 태양계를 형성한 재료가 되었음을 알 수 있다.

[바로 알기] ㄴ. 질량이 태양과 비슷한 별에서는 탄소까지만 생성되고, 질량이 태양보다 훨씬 큰 별의 내부에서 탄소보다 무거운 산소, 규소, 철이 생성된다.

- 9 A는 2주기, B는 3주기, C는 4주기 원소이며, 모두 원자가 전자 수가 1이므로 알칼리 금속이다.

ㄷ. 알칼리 금속이 물과 반응하면 수소 기체가 발생하고, 수용액은 염기성을 띤다. 따라서 물과 반응한 수용액에는 모두 수산화 이온(OH^-)이 들어 있다.

[바로 알기] ㄱ. 알칼리 금속이 17족 원소인 염소와 반응할 때 알칼리 금속은 전자를 잃고 양이온으로 되고, 염소는 전자를 얻어 음이온으로 되어 이온 결합을 이룬다. 따라서 염소와 반응할 때 알칼리 금속인 A~C는 모두 전자를 잃는다.

ㄴ. 알칼리 금속은 원자 번호가 커질수록 물, 산소 등과의 반응성이 커지므로 반응성을 비교하면 $A < B < C$ 이다.

- 10 ㄴ. E는 17족 원소로 원자가 전자 수가 7이고, D는 15족 원

소로 원자가 전자 수가 5이다. 따라서 E의 원자가 전자 수는 D보다 2만큼 크다.

ㄷ. B는 2주기 16족 원소이므로 비금속 원소이고, C는 3주기 13족 원소이므로 금속 원소이다. 금속 원소와 비금속 원소가 결합할 때 금속 원소는 전자를 잃고 양이온이 되고 비금속 원소는 전자를 얻어 음이온이 된다. 그리고 양이온과 음이온이 정전기적 인력에 의해 결합하여 이온 결합 물질을 형성한다.

바로 알기 ㄱ. A는 2주기 2족 원소이므로 금속 원소이며, 전자 2개를 잃고 양이온으로 되기 쉽다. 이때 A 이온의 전자 배치는 1주기의 비활성 기체인 헬륨(He)과 같아진다. B는 2주기 16족 원소로 전자 2개를 얻어 음이온으로 되기 쉬우며, 이때 B 이온의 전자 배치는 2주기의 비활성 기체인 네온(Ne)과 같아진다.

- 11 (가)는 1주기, 1족 원소로 원자 번호 1인 수소(H)이다. (나)는 2주기 1족 원소로 알칼리 금속이고, (다)는 2주기 18족 원소로 비활성 기체이다. (라)는 3주기 2족 원소로 금속 원소이고, (마)는 3주기 17족 원소로 할로젠이다. 이온으로 되었을 때 헬륨(He)과 전자 배치가 같아지는 원소는 2주기의 1족, 2족 금속 원소이므로 (나)이다. 원자 2개가 전자를 공유하여 화합물을 형성하는 원소는 17족 비금속 원소인 (마)이다. 산소는 전자 2개를 얻어 -2의 음이온으로 되기 쉬우므로 산소와 이온 결합을 형성할 때 1 : 1의 개수비로 결합하는 물질은 +2의 양이온이 되기 쉬운 2족 원소인 (라)이다. 1개의 원자로도 안정하게 존재하며, 다른 원소와 잘 결합하지 않는 것은 18족 비활성 기체이므로 (다)이다. 따라서 원소 카드가 배치되지 않는 자리는 (가)이다.

- 12 ㄱ. A는 녹는점이 98 °C이므로 실온(25 °C)에서 고체 상태로 존재하고 전기 전도성이 있는 것으로 보아 금속 원소이다. 수소를 제외한 1족 원소는 알칼리 금속이고, 17족 원소는 비금속 원소이므로 A는 1족 원소이다.

ㄴ. B₂는 전기 전도성이 없으며 B 원자 2개가 결합한 분자 상태로 존재하는 것으로 보아 17족 원소가 전자쌍을 1개 공유하여 형성된 공유 결합 물질이다.

ㄷ. C₂의 녹는점이 -7.2 °C이므로 -7.2 °C보다 높은 온도에서는 액체 상태로 존재한다. 또, 끓는점이 58.8 °C이므로 58.8 °C보다 낮은 온도에서는 액체 상태로, 58.8 °C보다 높은 온도에서는 기체 상태로 존재한다. 따라서 실온(25 °C)에서는 액체 상태로 존재한다.

- 13 ㄱ. (가)에 속하는 A, B는 금속 원소이고, (나)에 속하는 X, Y는 비금속 원소이다. 금속 원소인 A와 비금속 원소인 X가 결

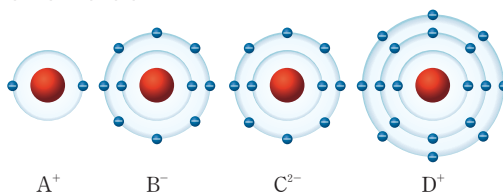
합한 AX₂는 이온 결합 물질이다.

바로 알기 ㄴ, ㄷ. AX₂는 A²⁺과 X⁻이 결합한 물질이므로 A는 2족 금속 원소이고, X는 17족 비금속 원소이다. 이때 (가)에 속하는 B는 A와 족이 다르므로 1족 금속 원소이고, (나)에 속하는 Y는 X와 족이 같으므로 17족 비금속 원소이다. 1족 금속 원소인 B와 17족 비금속 원소인 Y가 결합한 화합물은 이온 결합 물질로, 이온 결합 물질은 고체 상태에서는 전기 전도성이 없지만 액체 상태가 되면 전기 전도성이 있다.

14

자료 해석하기

이온의 전자 배치



- A⁺은 A 원자가 전자 1개를 잃고 형성된다. ⇒ A는 전자 껍질 수가 2이고, 원자가 전자 수가 1인 2주기 1족 원소이다.
- B⁻은 B 원자가 전자 1개를 얻어 형성된다. ⇒ B는 전자 껍질 수가 2이고, 원자가 전자 수가 7인 2주기 17족 원소이다.
- C²⁻은 C 원자가 전자 2개를 얻어 형성된다. ⇒ C는 전자 껍질 수가 2이고, 원자가 전자 수가 6인 2주기 16족 원소이다.
- D⁺은 D 원자가 전자 1개를 잃고 형성된다. ⇒ D는 전자 껍질 수가 4이고, 원자가 전자 수가 1인 4주기 1족 원소이다.

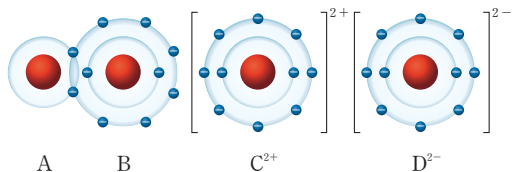
ㄱ. A⁺은 A 원자가 전자 1개를 잃고 형성된 +1의 양이온이므로 A 원자에서 전자가 들어 있는 전자 껍질 수는 2이고, 원자가 전자 수가 1이므로 2주기 1족 원소이다. D⁺은 D 원자가 전자 1개를 잃고 형성된 +1의 양이온이므로 D 원자에서 전자가 들어 있는 전자 껍질 수는 4이고, 원자가 전자 수가 1이므로 4주기 1족 원소이다. 즉, A와 D는 원자가 전자 수가 같으므로 같은 족 원소이다.

ㄴ. B⁻은 B 원자가 전자 1개를 얻어 형성된 -1의 음이온이므로 B 원자에서 전자가 들어 있는 전자 껍질 수는 2이고, 원자가 전자 수가 7이므로 2주기 17족 원소이다. C²⁻은 C 원자가 전자 2개를 얻어 형성된 -2의 음이온이므로 C 원자에서 전자가 들어 있는 전자 껍질 수는 2이고, 원자가 전자 수가 6이므로 2주기 16족 원소이다. 따라서 원자가 전자 수가 가장 큰 것은 B이다.

ㄷ. C는 2주기 16족 원소로 비금속 원소이고, D는 4주기 1족 원소로 금속 원소이다. 금속 원소인 D와 비금속 원소인 C로 이루어진 D₂C는 이온 결합 물질이므로 액체 상태에서 전기 전도성이 있다.

15 자료 해석하기

화학 결합에 따른 물질의 성질



- 화합물 AB는 A와 B가 전자쌍을 공유하여 형성된 공유 결합 물질이다. ⇒ A와 B는 비금속 원소이다.
- 화합물 CD는 C^{2+} 과 D^{2-} 이 정전기적 인력에 의해 결합한 이온 결합 물질이다. ⇒ 양이온으로 존재하는 C는 금속 원소이고, 음이온으로 존재하는 D는 비금속 원소이다.
- 화합물 AB에서 공유 전자쌍이 1개이므로 A 원자의 원자가 전자 수는 1이고, B 원자의 원자가 전자 수는 7이다.
- 화합물 CD에서 C^{2+} 의 전자 수가 10이므로 C 원자의 전자 수는 12이고, 원자가 전자 수는 2이다. D^{2-} 의 전자 수가 10이므로 D 원자의 전자 수는 8이고, 원자가 전자 수는 6이다.

ㄱ. 화합물 AB는 A 원자와 B 원자가 전자를 각각 1개씩 내어 전자쌍 1개를 만들어 공유하면서 결합하고 있는 공유 결합 물질이므로 A와 B는 모두 비금속 원소이다. 화합물 CD에서 C는 양이온(C^{2+})으로 존재하고, D는 음이온(D^{2-})으로 존재하므로 C는 금속 원소이고, D는 비금속 원소이다. 즉, A와 D는 모두 비금속 원소이므로 A와 D로 이루어진 물질 A_2D 는 공유 결합 물질이다.

ㄴ. 화합물 AB에서 공유 전자쌍이 1개이므로 B 원자의 원자가 전자 수는 7이다. 따라서 B는 B^- 으로 되면서 비활성 기체와 같은 안정한 전자 배치가 된다. 화합물 CD에서 C 원자는 C^{2+} 일 때 안정한 전자 배치이므로 B와 C의 화합물은 C^{2+} 과 B^- 이 1 : 2의 개수비로 결합한 CB_2 이다.

바로 알기 ㄴ. 화합물 AB에서 공유 전자쌍이 1개이므로 B 원자의 원자가 전자 수는 7이고, 화합물 CD에서 D^{2-} 의 전자 수가 10이므로 D 원자의 전자 수는 8이고, 원자가 전자 수는 6이다. 따라서 원자가 전자 수가 7인 B 원자 2개가 결합한 B_2 에서 공유 전자쌍의 수는 1이고, 원자가 전자 수가 6인 D 원자 2개가 결합한 D_2 에서 공유 전자쌍의 수는 2이다. 따라서 공유 전자쌍의 수는 $D_2 > B_2$ 이다.

16 ㄱ. A는 1주기 1족 원소인 수소(H)로 비금속 원소이고, B는 2주기 16족 원소로 비금속 원소이다. 비금속 원소인 A와 B로 이루어진 화합물 (가)는 공유 결합 물질이다.

ㄴ. C는 3주기 1족 원소로 금속 원소이고, D는 3주기 2족 원소로 금속 원소이다. 비금속 원소 B와 금속 원소 C로 이루어

진 (나)는 이온 결합 물질이다. 비금속 원소 B와 금속 원소 D로 이루어진 (다) 또한 이온 결합 물질이므로 (나)와 (다)는 화학 결합의 종류가 같다.

바로 알기 ㄴ. 화합물 (가)~(다)를 이루는 각 원자의 전자 배치는 비활성 기체의 전자 배치와 같으므로 B 원자는 A 원자 2개와 각각 전자쌍 1개를 공유하여 결합한다. 이로부터 (가)의 화학식은 A_2B 이다. 즉, $x=2$ 이다. (나)에서 C가 비활성 기체와 같은 전자 배치를 가지려면 전자 1개를 잃으므로 C^+ 이 되고, B가 비활성 기체와 같은 전자 배치를 가지려면 전자 2개를 얻어야 하므로 B^{2-} 이 된다. C^+ 과 B^{2-} 이 2 : 1의 개수비로 결합하여 (나)를 형성하므로 화학식은 C_2B 이다. 즉, $y=2$ 이다. (다)에서 D가 비활성 기체와 같은 전자 배치를 가지려면 전자 2개를 잃어야 하므로 D^{2+} 이 되고, D^{2+} 과 B^{2-} 이 1 : 1의 개수비로 결합하여 (다)를 형성하므로 화학식은 DB 이다. 즉, $z=1$ 이다. 따라서 $\frac{x+y}{z} = \frac{2+2}{1} = 4$ 이다.

17 ㄱ. ㉠은 지각에서 두 번째로 질량비가 높은 원소인 규소이다. 규소는 장석, 석영과 같은 규산염 광물의 주요 구성 원소이다. ㄴ. ㉡은 생명체에서 두 번째로 질량비가 높은 원소인 탄소이다. 탄소는 원자가 전자가 4개이므로 탄소 원자 1개가 최대 4개의 원자와 공유 결합할 수 있다.

바로 알기 ㄴ. 산소는 지각과 생명체를 구성하는 원소 중 가장 질량비가 높다. 산소, 규소, 탄소, 철 등 지각과 생명체를 구성하는 많은 원소들은 별 내부의 핵융합으로 생성된 것이다.

18 (가)는 독립형 구조, (나)는 단사슬 구조, (다)는 복사슬 구조, (라)는 판상 구조, (리)는 망상 구조이다.

ㄴ. 흑운모는 판상 구조(라)로 이루어져 얇은 판 모양으로 쪼개진다.

ㄴ. 이웃한 규산염 사면체와 공유하는 산소의 수는 (나)는 2개, (다)는 2~3개, (리)는 3개, (마)는 4개이다.

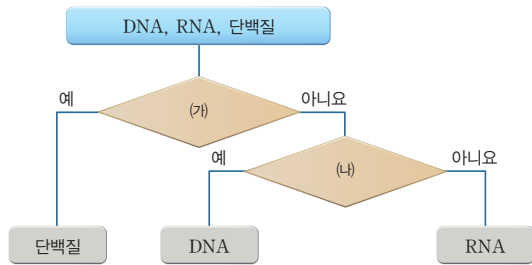
바로 알기 ㄱ. 화학적 풍화에 대한 광물의 안정도가 가장 높은 구조는 (마)이다. (가)는 규산염 광물 중 화학적 풍화에 가장 약한 구조이다.

19 ㄱ. (가)는 다양한 단위체가 연결되어 형성된 단백질이다. 단위체 아미노산에는 질소를 포함한 아미노기가 있다. 단백질은 아미노산의 배열 순서에 따라 입체 구조와 기능이 달라진다.

ㄴ. (나)는 포도당이 결합하여 형성된 글리코젠이다. 포도당은 탄소 사이의 공유 결합으로 형성된 육각형 구조이다.

바로 알기 ㄴ. 글리코젠은 단위체가 포도당 한 종류이다. 탄수화물은 결합 구조에 따라 다른 물질이 만들어진다.

탄소 화합물을 구분하는 모식도



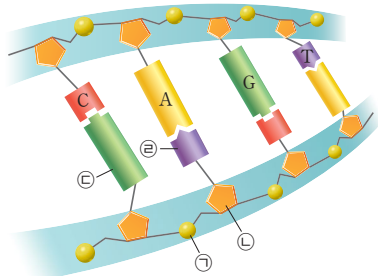
- DNA, RNA, 단백질: 공통 구성 원소는 탄소, 수소, 산소, 질소이다.
- (가): DNA와 RNA에는 없는 단백질만의 특성이다. 따라서 펩타이드 결합이 있는가 또는 효소의 성분인가 등이 될 수 있다.
- (나): RNA에는 없는 DNA의 특성이다. 따라서 2중 나선 구조인가 또는 염기로 타이민(T)을 갖는가 등이 될 수 있다.

ㄱ. DNA와 RNA는 뉴클레오타이드로 구성되어 있고, 단백질은 아미노산이 펩타이드 결합으로 연결되어 있으므로 '펩타이드 결합이 있는가'는 DNA, RNA와 단백질을 구분하는 기준이 될 수 있다.

ㄴ. 탄수화물의 단위체는 포도당이기 때문에 (가)가 '단위체는 포도당인가'일 경우 단백질 대신 탄수화물을 넣으면 모식도가 성립할 수 있다.

바로 알기 ㄴ. DNA와 RNA 모두 뉴클레오타이드로 구성되어 있으므로, '뉴클레오타이드로 구성되는가'는 두 물질을 구분하는 기준이 될 수 없다.

핵산의 구조



- ㉠은 인산, ㉡은 디옥시리보스(당), ㉢은 사이토신(C)과 상보결합하는 구아닌(G), ㉣은 아데닌(A)과 상보결합하는 타이민(T)이다.
- ㉠+㉡+㉢이 DNA의 단위체인 뉴클레오타이드이다.
- ㉢과 ㉣은 염기로 질소를 포함하는 탄소 화합물이다.

ㄱ. 핵산을 구성하는 기본 단위체는 뉴클레오타이드이다. 인산(㉠), 당(㉡), 염기(㉢)가 1:1:1로 뉴클레오타이드를 구성한다.

ㄴ. ㉢은 염기이므로 탄소와 질소를 포함한다.

바로 알기 ㄴ. ㉢은 구아닌(G)이고, ㉣은 타이민(T)이다.

ㄴ. A는 아미노산 단위체의 결합으로 만들어지는 단백질이다. 단백질은 아미노산 배열 순서에 따라 입체 구조가 결정된다.

ㄴ. B는 인산, 당, 염기로 구성된 뉴클레오타이드의 결합으로 만들어지는 핵산이다. 핵산은 DNA와 RNA가 있으며, DNA와 RNA는 각각 4종류의 뉴클레오타이드로 구성된다.

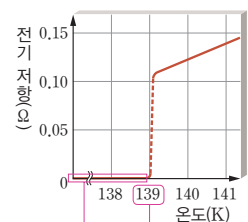
바로 알기 ㄱ. ㉠은 아미노산 사이의 펩타이드 결합이고, ㉡은 뉴클레오타이드 사이의 당과 인산의 결합이다. 두 결합 모두 공유 결합이다.

ㄴ. 초전도체의 온도가 임계 온도 이하이면 전기 저항이 0이 된다. 이 상태에서는 전류가 흐를 때 열이 발생하지 않아 손실되는 전력이 없다. 따라서 송전할 때 전력 손실이 없게 하기 위해서는 액체 질소를 이용하여 초전도체의 온도를 항상 임계 온도 이하로 유지해야 한다. 이를 위해서는 외부로부터 액체 질소로 전달되는 열을 잘 차단해야 하는데, 진공층이 이러한 역할을 한다.

바로 알기 ㄱ. 흑연의 한 층을 분리하여 얻을 수 있는 신소재는 그래핀이다.

ㄴ. 초전도 현상이 나타나면 전기 저항이 0이므로 강한 전류가 흘러도 열이 발생하지 않는다.

초전도체와 임계 온도



임계 온도 이하이면 초전도 현상이 나타난다. 임계 온도는 약 139 K이다.

ㄴ. 신소재의 온도가 138 K일 때 전기 저항이 0이므로 신소재에 전류가 흘러도 열이 발생하지 않아 전력 손실 없이 전기 에너지를 보낼 수 있다.

바로 알기 ㄱ. 전력 손실이 없기 위해서는 송전선 내 초전도체의 온도가 임계 온도인 139 K 이하로 유지되어야 하므로 액체 질소의 온도도 139 K 이하여야 한다.

ㄴ. 초전도체가 주변의 자기장을 밀어내는 현상을 마이스너 효과라고 한다. 이는 초전도체의 온도가 임계 온도인 139 K 이하에서 초전도 현상이 나타날 때 일어난다.

II 시스템과 상호 작용

1 역학적 시스템

01 중력과 물체의 운동

탐구 확인 문제

1권 144쪽

01 ⑤, ⑥ 02 (1) 동시에 떨어진다. (2) 9.8 m/s

01 ①, ② 자유 낙하 하는 쇠구슬 A는 중력에 의해 속력이 1초마다 9.8 m/s씩 일정하게 증가하는 운동을 한다.

③, ④ 수평 방향으로 던져진 쇠구슬 B는 운동하는 동안 연직 방향으로 일정한 크기의 중력을 받고, 수평 방향으로 힘은 받지 않는다. 따라서 쇠구슬 B는 수평 방향으로 속력과 방향이 일정한 등속 직선 운동을, 연직 방향으로 중력만을 받아 운동하는 자유 낙하 운동을 한다.

[바로 알기] ⑤ 쇠구슬 B에 작용하는 중력의 크기는 질량과 중력 가속도의 곱으로 시간에 관계없이 일정하다.

⑥ 쇠구슬 B는 연직 방향으로 자유 낙하 운동을 하므로, 같은 높이에서 동시에 운동을 시작한 쇠구슬 A와 B는 바닥에 동시에 도달한다.

02 질량에 관계없이 자유 낙하 하는 물체의 속력은 1초마다 중력 가속도의 크기만큼, 즉 9.8 m/s씩 일정하게 증가한다. 따라서 쇠구슬 A와 같은 높이에서 자유 낙하 하는 구슬 C는 쇠구슬 B와 지면에 동시에 도달한다.

개념 확인해서 High로!

1권 148~149쪽

01 (1) 전기력 (2) 부력 (3) 자기력 (4) 마찰력 (5) 탄성력 02

(1) 중력, 물이 높은 곳에서 낮은 곳으로 흐른다, 물체가 지면으로 떨어진다 등 (2) ㄱ, ㄴ 03 ㄱ, ㄴ 04 (1) 9.8 m/s (2)

중력 가속도, 9.8 m/s² (3) 9.8 m/s (4) 44.1 m 05 ㄱ, ㄴ,

ㄷ 06 (1) 10 m/s (2) 10 m/s (3) 1초 07 (1) 10 m (2)

20 m 08 (1) ㉠ 빠르, ㉡ 중력 (2) 지구 주위를 도는 달, 지구

주위를 도는 인공위성 등 09 ㄱ, ㄴ, ㄷ, ㄹ

01 (1) 번개는 구름과 지면 사이에 상호 작용 하는 전기력으로 인해 구름에 있던 전자가 지면으로 이동하면서 불꽃이 발생하는 현상이다.

(2) 화물선은 무게가 수백 톤에 달할 정도로 매우 무겁지만, 물이 화물선에 작용하는 부력 때문에 화물선이 가라앉지 않고 물 위에 떠 있을 수 있다.

(3) 지구는 북극 부근이 S극, 남극 부근이 N극인 커다란 자석과 같다. 따라서 지구와 나침반 자침 사이에 작용하는 자기력 때문에 나침반 자침의 N극은 항상 북극 근처를 가리킨다.

(4) 가파른 언덕길에 서 있을 때 중력에 의해 몸이 빳면 아래로 미끄러져 내려가려는 힘을 받지만, 마찰력이 이를 방해하여 내려가지 않고 정지해 있다.

(5) 나뭇가지를 가볍게 당겼다가 놓으면 나뭇가지는 탄성력에 의해 다시 원래 모양으로 되돌아간다.

02 (1) 지구가 물체를 당기는 힘을 중력이라고 한다. 물이 높은 곳에서 낮은 곳으로 흐르거나 높은 곳에 있는 물체가 아래로 떨어지는 것 등은 중력에 의한 현상이다.

(2) ㄱ. 중력은 지구 중심을 향하는 방향으로 작용한다.

ㄴ. 중력의 크기를 무게라고 하며, 이는 질량에 비례한다.

[바로 알기] ㄷ. 중력은 지구상에 있는 모든 물체에 작용한다. 예를 들어 높은 곳에서 고체를 가만히 놓으면 아래로 떨어지고, 액체는 높은 위치에서 낮은 위치로 흐르며, 기체는 중력에 붙들려 지구의 대기층을 구성한다.

03 ㄱ. 공기 저항이 없이 물체가 중력만을 받아 낙하하는 운동을 자유 낙하 운동이라고 한다.

ㄴ. 자유 낙하 하는 물체의 가속도는 중력 가속도로 일정하므로 속력이 매초 약 9.8 m/s만큼 증가한다.

[바로 알기] ㄷ. 같은 높이에서 자유 낙하 하는 물체는 질량에 관계없이 속력이 1초마다 약 9.8 m/s씩 증가한다. 따라서 질량에 관계없이 지면에 도달할 때까지 걸린 시간이 같다.

04 (1) 공기 저항을 무시하므로 물체는 자유 낙하 운동을 하며, 중력 가속도가 9.8 m/s²이라고 하였으므로 물체의 속력은 1초마다 9.8 m/s씩 증가한다.

(2) 자유 낙하 하는 물체의 속력-시간 그래프의 기울기는 중력 가속도를 의미하며, 그 값은 9.8 m/s²이다.

(3) v 는 물체를 놓은 순간으로부터 1초 후 물체의 속력이므로 $v = 9.8 \text{ m/s}^2 \times 1 \text{ s} = 9.8 \text{ m/s}$ 이다.

(4) 속력-시간 그래프 아랫부분의 넓이는 이동 거리를 의미한다. 따라서 0~3초 동안 그래프 아랫부분의 넓이는 물체가 0~3초 동안 낙하한 거리를 의미한다. 한편 3초일 때 물체의

속력 = $9.8 \text{ m/s}^2 \times 3 \text{ s} = 29.4 \text{ m/s}$ 이므로 그래프 아랫부분의 넓이 = $\frac{1}{2} \times 29.4 \text{ m/s} \times 3 \text{ s} = 44.1 \text{ m}$ 이다.

05 ㄱ. 야구공에 수평 방향으로 작용하는 힘이 없으므로, 야구공은 수평 방향으로 속력과 방향이 일정한 등속 직선 운동을 한다.

ㄴ. 야구공에 연직 방향으로 작용하는 힘은 중력뿐이므로, 야구공은 연직 방향으로 자유 낙하 운동을 한다. 따라서 야구공의 연직 방향 속력은 일정하게 증가한다.

ㄷ. 야구공이 운동하는 동안 야구공에 작용하는 힘은 중력으로, 그 크기는 일정하다.

06 (1) 학생 B가 던진 물체에 수평 방향으로 작용하는 힘이 없으므로, 물체는 수평 방향으로 속력과 방향이 일정한 등속 직선 운동을 한다. 따라서 물체가 지면에 도달하는 순간에도 수평 방향의 속력은 처음과 같은 10 m/s 이다.

(2) 학생 B가 던진 물체는 연직 방향으로 중력만을 받아 자유 낙하 운동을 한다. 따라서 1초 후 지면에 도달하였을 때 물체의 연직 방향 속력 $v = gt = 10 \text{ m/s}^2 \times 1 \text{ s} = 10 \text{ m/s}$ 이다.

(3) 물체를 수평 방향으로 던진 속력에 관계없이 물체는 연직 방향으로 자유 낙하 운동을 한다. 따라서 물체를 20 m/s 의 속력으로 수평 방향으로 던지더라도 물체는 연직 방향으로 같은 높이를 낙하하므로 1초 후 지면에 도달한다.

07 (1) 물체는 2초 후 지면에 도달할 때까지 수평 방향으로 5 m/s 의 일정한 속력으로 운동한다. 따라서 $s = 5 \text{ m/s} \times 2 \text{ s} = 10 \text{ m}$ 이다.

(2) 물체를 10 m/s 의 속력으로 수평 방향으로 던지더라도 연직 방향으로 자유 낙하 운동을 하므로 지면에 도달할 때까지 걸린 시간은 5 m/s 로 던질 때와 같은 2초이다. 따라서 2초 동안 물체는 10 m/s 의 일정한 속력으로 수평 방향으로 운동하므로 $s = 10 \text{ m/s} \times 2 \text{ s} = 20 \text{ m}$ 이다.

08 (1) 수평 방향으로 던진 물체는 운동하는 동안 중력을 받아 지구를 향해 떨어진다. 또한, 물체를 수평 방향으로 빠르게 던질수록 물체는 더 먼 곳까지 가서 지구를 향해 떨어진다. 그리고 그 속력을 점점 증가시키다가 어느 특정한 속력에 도달하면, 물체는 중력을 받아 계속 떨어지지만 지구가 둥글기 때문에 땅에 닿지 않고 지구를 한 바퀴 돌게 된다.

(2) 뉴턴의 사고 실험을 통해 어떻게 인공위성이나 달이 지구의 중력을 받아도 지구로 떨어지지 않고 계속해서 지구 주위를 원운동하는지를 설명할 수 있다.

09 ㄱ. 지구의 중력으로 인해 달이 지구 주위를 공전한다. 한편 달도 지구에 중력을 작용하기 때문에, 달이 공전함에 따라 달로부터 중력을 받은 해수면의 높낮이에 변화가 생긴다. 이로 인해 밀물과 썰물이 생긴다. 즉, 밀물과 썰물은 중력의 영향을 받아 생기는 현상이다.

ㄴ. 식물의 뿌리는 중력의 방향으로, 즉 땅속으로 뻗어 나간다.

ㄷ. 구름을 이루고 있는 물 입자들이 중력을 받아 비나 눈과 같은 형태로 지면에 떨어진다.

ㄹ. 사람의 귀 안쪽에 있는 전정 기관에서는 중력을 감지하고, 이를 이용하여 몸의 균형을 인식한다.

02 충돌과 안전

개념 확인해서 High로!

1권 160~161쪽

01 ㉠ 관성, ㉡ 질량 **02** (1) (가), (다) (2) (나), (라), (마)

03 해설 참조 **04** ㉠ 충격량, ㉡ 운동량 **05** (라) < (가) < (다) < (나) **06** $A = B = C$ **07** (1) $15 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$

(2) $24 \text{ N} \cdot \text{s}$ (3) 13 m/s **08** $12 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$ **09** (가) = (나)

10 ㉠ 충격량, ㉡ 시간, ㉢ 힘 **11** 해설 참조 **12** ㄱ, ㄴ, ㄷ, ㄹ

01 물체가 자신의 운동 상태를 그대로 유지하려고 하는 성질을 관성이라고 하며, 관성은 물체의 질량이 클수록 크다.

02 (가): 이불을 두드리면 이불은 움직이지만 이불에 붙어 있던 먼지는 정지해 있으려는 관성에 의해 이불로부터 떨어진다.

(나): 버스가 운동하다가 급정거하면 버스 안의 사람들은 계속 앞으로 나아가려는 관성에 의해 버스가 운동하던 방향, 즉 앞으로 쏠린다.

(다): 버스가 정지해 있다가 갑자기 출발하면 버스 안의 사람들은 계속 정지해 있으려는 관성에 의해 뒤로 쏠린다.

(라): 걸어가다가 발이 돌부리에 걸리면 몸은 계속 앞으로 나아가려는 관성에 의해 앞으로 기울어져 중심을 잃고 앞으로 넘어진다.

(마): 망치 자루 부분을 바닥에 부딪치면 망치가 순간적으로 정지한다. 이때 망치 머리는 계속 아래로 운동하려는 관성에 의해 자루에 더 깊이 박혀 꼭 끼게 된다.

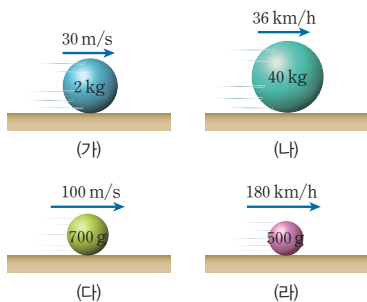
- 03** 자동차가 달리다가 사고가 발생하여 갑자기 정지하면 내부의 사람은 계속 운동하려는 관성에 의해 몸이 앞으로 크게 쏠리거나 심하면 자동차 바깥으로 튀어 나가 크게 다칠 수 있다. 따라서 안전띠를 하면 사고가 나도 몸이 의자에 고정되어 있어 그 피해를 줄일 수 있다.

모범 답안 | 계속 운동하려는 관성에 의해 몸이 앞으로 크게 쏠리는 것을 막아 주기 때문이다.

채점 기준	배점(%)
관성에 의해 몸이 앞으로 쏠리거나 자동차 밖으로 튀어 나가는 것을 막아 준다고 설명한 경우	100
관성이라는 언급이 없이 몸이 앞으로 쏠리거나 자동차 밖으로 튀어 나가는 것을 막아 준다고만 설명한 경우	50
관성 때문이라고만 설명한 경우	50

- 04** 물체에 힘이 작용할 때, 물체에 작용한 힘과 힘이 작용한 시간의 곱을 충격량이라고 한다. 충격량을 받은 물체는 충격량의 크기만큼 운동량이 변한다. 즉, 충격량은 물체의 운동량 변화량과 같다.

- 05** '운동량(kg·m/s)=질량(kg)×속도(m/s)'이므로 질량의 단위를 kg으로, 속도의 단위를 m/s로 환산하여 구한 후 운동량을 비교해야 한다.



(가): $2 \text{ kg} \times 30 \text{ m/s} = 60 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$

(나): $40 \text{ kg} \times 36 \text{ km/h} = 40 \text{ kg} \times \frac{36000 \text{ m}}{3600 \text{ s}}$
 $= 400 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$

(다): $700 \text{ g} \times 100 \text{ m/s} = 0.7 \text{ kg} \times 100 \text{ m/s} = 70 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$

(라): $500 \text{ g} \times 180 \text{ km/h} = 0.5 \text{ kg} \times \frac{180000 \text{ m}}{3600 \text{ s}}$
 $= 25 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$

따라서 네 물체의 운동량의 크기를 비교하면 (라)<(가)<(다)<(나)이다.

- 06** '충격량(N·s)=힘(N)×힘이 작용한 시간(s)'이므로 시간의 단위를 초로 환산하여 구한 후 충격량을 비교해야 한다.

물체	A	B	C
힘의 크기	3 N	5 N	15 N
힘을 가한 시간	60초	36초	0.2분=12초

A~C가 받은 충격량의 크기는 다음과 같다.

A: $3 \text{ N} \times 60 \text{ s} = 180 \text{ N} \cdot \text{s}$

B: $5 \text{ N} \times 36 \text{ s} = 180 \text{ N} \cdot \text{s}$

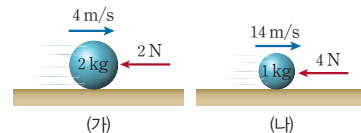
C: $15 \text{ N} \times 0.2 \text{ min} = 15 \text{ N} \times 12 \text{ s} = 180 \text{ N} \cdot \text{s}$

따라서 충격량의 크기를 비교하면 A=B=C이다.

- 07** (1) $p = mv = 3 \text{ kg} \times 5 \text{ m/s} = 15 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$
 (2) $I = F\Delta t = 4 \text{ N} \times 6 \text{ s} = 24 \text{ N} \cdot \text{s}$
 (3) 물체에 운동 방향과 같은 방향으로 가한 충격량의 크기만큼 물체의 운동량의 크기도 증가한다. 즉, '처음 운동량+충격량=나중 운동량'이므로 6초 후 물체의 운동량= $15 \text{ kg} \cdot \text{m/s} + 24 \text{ N} \cdot \text{s} = 39 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$ 이다.
 따라서 6초 후 물체의 속도의 크기는 $\frac{39 \text{ kg} \cdot \text{m/s}}{3 \text{ kg}} = 13 \text{ m/s}$ 이다.

- 08** 힘-시간 그래프 아랫부분의 넓이는 물체가 받은 충격량의 크기와 같고, 이는 운동량 변화량과 같다. 따라서 0.6초 동안 물체가 받은 충격량=0.6초 동안 운동량 변화량= $20 \text{ N} \times 0.6 \text{ s} = 12 \text{ N} \cdot \text{s} = 12 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$ 이다.

- 09** 물체에 운동 방향과 반대 방향으로 가한 충격량의 크기만큼 운동량의 크기가 감소한다.



(가): $2 \text{ kg} \times 4 \text{ m/s} - 2 \text{ N} \times 3 \text{ s} = 2 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$

(나): $1 \text{ kg} \times 14 \text{ m/s} - 4 \text{ N} \times 3 \text{ s} = 2 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$

따라서 3초 후 운동량의 크기는 (가)=(나)이다.

- 10** 두 달걀을 같은 높이에서 떨어뜨렸으므로 바닥과 충돌 직전 두 달걀의 운동량은 같다. 또한, 두 달걀이 바닥과 충돌한 후 정지했을 때 운동량은 0이다. 따라서 충돌 과정에서 두 달걀의 운동량 변화량, 즉 바닥으로부터 받은 충격량은 같다. 한편 달걀

이 바닥과 충돌하는 시간은 딱딱한 바닥보다 폭신한 바닥이 길다. 충격량이 같을 때 충돌 과정에서 받는 평균 힘의 크기는 충돌 시간에 반비례하므로, 달걀이 받는 평균 힘의 크기는 딱딱한 바닥이 폭신한 바닥보다 크다. 따라서 딱딱한 바닥에 떨어진 달걀만 깨진다.

- 11 모범 답안** | 물건이 충돌할 때 같은 충격량을 받더라도 공기가 채워진 많은 캡들이 충돌 시간을 길게 하여 물건이 받는 평균 힘의 크기를 줄여 준다. 따라서 에어캡을 사용하면 물건이 깨지는 것을 방지할 수 있다.

채점 기준	배점(%)
같은 충격량을 받을 때 충돌 시간을 길게 하여 물건이 받는 힘을 줄인다고 설명한 경우	100
충돌 시간을 길게 하여 물건이 받는 힘을 줄인다고만 설명한 경우	80
충돌 시간을 길게 한다고만 설명한 경우	50
물건이 받는 힘을 줄인다고만 설명한 경우	50

- 12** ㄱ. 에어백은 자동차가 충돌하여 관성에 의해 몸이 차 내부에 부딪칠 때 충돌 시간을 길게 해 준다. 따라서 사람이 크게 다치는 것을 방지한다.

ㄴ. 포수용 글러브는 두툼하게 만들어져 있어서 투수가 던진 빠른 야구공을 잡을 때 충돌 시간을 길게 하여 손이 덜 아프게 한다.

ㄷ. 헬멧의 내부는 폭신한 재질로 되어 있어서 머리가 바닥 등에 부딪칠 때 충돌 시간을 길게 하여 큰 피해를 줄인다.

ㄹ. 모서리 보호대는 폭신한 재질로 만들어서 모서리에 머리가 부딪칠 때 충돌 시간을 길게 하여 다치는 것을 방지한다.



▲ 에어백



▲ 포수용 글러브



▲ 헬멧



▲ 모서리 보호대

중단원 개념 모아 정리하기

1권 162~163쪽

- | | | |
|------------|------------|------------|
| ① 전기력 | ② 마찰력 | ③ 지구 중심 |
| ④ 자유 낙하 운동 | ⑤ 중력 가속도 | ⑥ 등속 직선 운동 |
| ⑦ 중력 | ⑧ 자유 낙하 운동 | ⑨ 관성 |
| ⑩ 질량 | ⑪ 정지 | ⑫ 알짜힘 |
| ⑬ 운동량 | ⑭ 질량 | ⑮ 충격량 |
| ⑯ 시간 | ⑰ 운동량 | ⑱ 충격량 |
| ⑲ 운동량 | ⑳ 시간 | |

실력 높여 Top으로!

1권 164~171쪽

- | | | | | | |
|------|------|------|------|---------|------|
| 01 ⑤ | 02 ⑤ | 03 ⑤ | 04 ① | 05 ④ | 06 ⑤ |
| 07 ④ | 08 ① | 09 ④ | 10 ③ | 11 ③ | 12 ③ |
| 13 ⑤ | 14 ③ | 15 ① | 16 ⑤ | 17 ② | 18 ⑤ |
| 19 ② | 20 ③ | 21 ② | 22 ④ | 23 ② | 24 ① |
| 25 ② | 26 ⑤ | 27 ① | 28 ① | 29 ②, ④ | 30 ① |
| 31 ④ | 32 ④ | 33 ④ | 34 ④ | 35 ① | 36 ⑤ |

- 01** ㄱ. 질량이 있는 두 물체 사이에는 중력이 상호 작용 한다. 따라서 메모지와 지구 사이에는 중력이 상호 작용 한다.

ㄴ. 철판과 자석 사이에 자기력이 상호 작용 하여 둘 사이에 끌어당기는 힘이 작용한다.

ㄷ. 메모지는 지구로부터 중력을 받지만, 자석 및 철판과 접촉한 면에서 마찰력이 상호 작용 하여 아래로 떨어지지 않는다.

- 02** 지구가 질량이 있는 물체를 당기는 힘은 중력이다.

ㄱ. 중력은 물체의 질량이 클수록 크다.

ㄴ. 지구상에 있는 물체는 지구 중심 방향으로 중력을 받는다.

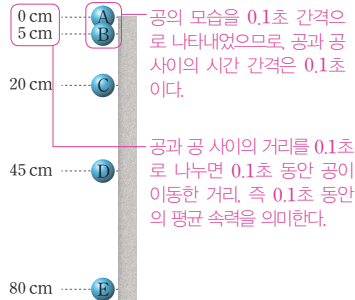
ㄷ. 뜨거운 공기는 차가운 공기에 비해 가볍다. 따라서 차가운 공기에 작용하는 중력이 상대적으로 커서 하강하고, 반대로 뜨거운 공기는 상승하며 대류가 일어난다. 즉, 대류는 중력이 있기 때문에 나타나는 현상이며, 대기 대순환의 원인이 된다.

- 03** ㄱ, ㄴ. 자유 낙하 운동은 물체가 공기 저항을 받지 않고 중력만을 받아 낙하하는 운동으로, 물체의 질량에 관계없이 1초마다 중력 가속도의 크기, 즉 9.8 m/s만큼 속력이 증가한다.

ㄷ. 물체의 질량에 관계없이 자유 낙하 하는 물체의 시간에 따른 속력 증가량이 같으므로, 물체의 질량이 다르더라도 같은 높이에서 지면까지 낙하하는 데 걸리는 시간은 같다.

자유 낙하 운동의 다중 선풍 사진

다중 선풍 사진은 일정한 시간 간격으로 물체의 운동을 찍은 사진으로, 사진에서 물체 사이의 거리는 속력과 같은 의미이다.



이를 구간별로 분석하면 다음 표와 같다.

구간	A	B	C	D	E
구간 거리(m)		0.05	0.15	0.25	0.35
구간 평균 속력(m/s)		0.5	1.5	2.5	3.5
속력 증가량(m/s)		1	1	1	
단위 시간당 속력 증가량(m/s ²)		10	10	10	

ㄱ. 공의 속력은 0.1초마다 1 m/s씩 증가하므로 1초마다 10 m/s씩 증가한다. 즉, 중력 가속도는 10 m/s²이다.

바로 알기 ㄴ. 공에 작용하는 힘은 중력으로, 중력의 크기는 일정하다.

ㄷ. 공은 자유 낙하 하므로 공의 질량이 더 커도 속력이 1초마다 10 m/s씩 증가한다. 따라서 질량에 관계없이 0.1초 간격으로 나타난 공 사이의 간격은 그림에서와 같게 나타난다.

- 05** C와 E는 각각 낙하한 순간으로부터 0.2초, 0.4초 후 공이 지나는 지점이다. 한편 자유 낙하 하는 물체의 속력 $v=gt$ 이므로 $v_C=10 \text{ m/s}^2 \times 0.2 \text{ s}=2 \text{ m/s}$ 이고, $v_E=10 \text{ m/s}^2 \times 0.4 \text{ s}=4 \text{ m/s}$ 이다. 따라서 $v_E-v_C=2 \text{ m/s}$ 이다.

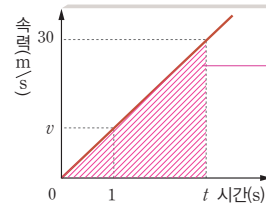
- 06** ㄱ. 자유 낙하 하는 물체의 운동을 나타낸 속력-시간 그래프의 기울기는 $\frac{\text{속력 변화}}{\text{시간 변화}}$ 이므로 중력 가속도와 같다.

ㄴ. 기울기=중력 가속도= $10 \text{ m/s}^2=\frac{v}{1 \text{ s}}$ 이므로 $v=10 \text{ m/s}$ 이다.

ㄷ. 기울기=중력 가속도= $10 \text{ m/s}^2=\frac{30 \text{ m/s}}{t}$ 이므로 $t=3\text{초}$ 이다.

다른 풀이 ㄴ, ㄷ. $v=gt$ 의 식을 이용하여 v 와 t 를 구할 수도 있다. $g=10 \text{ m/s}^2$ 이므로 $v=10 \text{ m/s}^2 \times 1 \text{ s}=10 \text{ m/s}$ 이고, $30 \text{ m/s}=10 \text{ m/s}^2 \times t$ 에서 $t=3\text{초}$ 이다.

자유 낙하 운동의 속력-시간 그래프

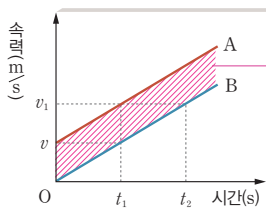


속력-시간 그래프 아래부분의 넓이는 물체가 이동한 거리와 같다. 따라서 이 부분의 넓이는 물체가 t 초 동안 낙하한 거리와 같다.

$t=3\text{초}$ 이므로 그래프 아래부분의 넓이로 물체가 낙하한 거리를 구하면 $\frac{1}{2} \times 3 \text{ s} \times 30 \text{ m/s}=45 \text{ m}$ 이다.

- 08** 자유 낙하 하는 물체는 질량에 관계없이 속력이 1초마다 중력 가속도의 크기만큼 증가한다. 따라서 A~C의 2초 후 속력은 모두 같으므로 속력 비는 1 : 1 : 1이다.

자유 낙하 운동의 속력-시간 그래프



이 영역의 넓이는 A의 아래부분의 넓이에서 B의 아래부분의 넓이를 뺀 값과 같다. 따라서 이 영역의 넓이는 같은 시간 동안 A와 B의 낙하 거리 차를 의미한다.

ㄱ. 중력의 크기는 질량에 비례한다. B의 질량은 A의 2배이므로 B에 작용하는 중력의 크기도 A의 2배이다.

ㄷ. A와 B의 기울기는 중력 가속도로 같다. 따라서 A, B 그래프 아래부분의 넓이 차이에 해당하는 영역은 평행사변형이 되므로 이 영역의 넓이는 ' $v \times \text{시간}$ '이다. 따라서 이 영역의 넓이, 즉 A와 B가 낙하한 거리의 차이는 시간에 비례한다.

바로 알기 ㄴ. A, B의 질량에 관계없이 속력은 1초마다 10 m/s만큼 증가한다.

- 10** v 는 A가 낙하하기 시작한 후 1초일 때 속력이다. 따라서 $v=gt=10 \text{ m/s}^2 \times 1 \text{ s}=10 \text{ m/s}$ 이다.

t_1 은 B가 낙하하기 시작한 후 속력이 10 m/s가 되었을 때의 시각이므로 $10 \text{ m/s}=10 \text{ m/s}^2 \times t_1$ 에서 $t_1=1\text{초}$ 이다.

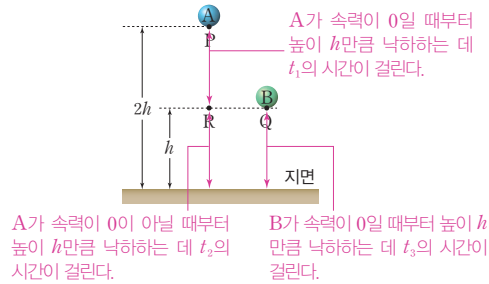
- 11** A의 속력은 $0 \sim t_1$ 의 시간, 즉 1초 동안 10 m/s만큼 증가하므로 t_1 일 때 A의 속력 $v_1=v+10 \text{ m/s}=10 \text{ m/s}+10 \text{ m/s}=20 \text{ m/s}$ 이다. 한편 t_2 는 B가 낙하한 후 속력이 v_1 , 즉 20 m/s

가 되었을 때의 시각이므로 $20 \text{ m/s} = 10 \text{ m/s}^2 \times t_2$ 에서 $t_2 = 2 \text{ 초}$ 이다. 따라서 위 09번의 해설에서 나타난 평행사변형의 넓이로 A와 B의 높이 차를 구하면 $vt_2 = 10 \text{ m/s} \times 2 \text{ s} = 20 \text{ m}$ 이다.

12

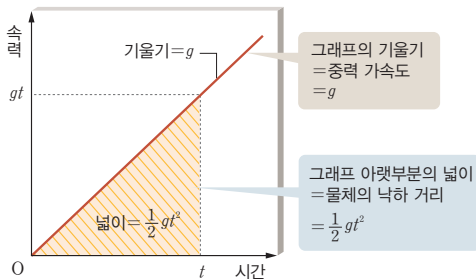
자료 해석하기

자유 낙하 하는 물체의 낙하 거리, 속도, 시간



ㄱ. t_1 과 t_3 모두 정지 상태에서 낙하하기 시작한 순간부터 높이 h 만큼 낙하하는 데 걸린 시간을 의미하므로 $t_1 = t_3$ 이다.

ㄴ. 자유 낙하 하는 물체의 속도-시간 그래프 아랫부분의 넓이는 물체의 낙하 거리를 의미한다. 따라서 중력 가속도를 g 라고 하면, 시간 t 동안의 낙하 거리 $= \frac{1}{2}gt^2$ 이다.



$h = \frac{1}{2}gt_1^2$ 에서 $t_1 = \sqrt{\frac{2h}{g}}$ 이고, $2h = \frac{1}{2}g(t_1 + t_2)^2$ 에서 $t_1 + t_2 = \sqrt{\frac{4h}{g}}$ 이다. 따라서 $t_2 = (\sqrt{2} - 1)\sqrt{\frac{2h}{g}}$ 로 t_1 보다 작다.

[바로 알기] ㄷ. R에서 A의 속력 $= gt_1 = g\sqrt{\frac{2h}{g}} = \sqrt{2gh}$ 이고, 지면에서 A의 속력 $= g(t_1 + t_2) = g\sqrt{\frac{4h}{g}} = \sqrt{4gh}$ 이다. 따라서 A의 속력은 R에서가 지면에서의 $\frac{1}{2}$ 배이다.

13 ①, ② 수평 방향으로 던진 물체에는 연직 방향으로 중력이 작용하고, 수평 방향으로 힘이 작용하지 않는다. 따라서 물체는 연직 방향으로 자유 낙하 운동을, 수평 방향으로 등속 직선 운동을 한다.

③ v 가 클수록 지면에 도달하는 시간 동안 수평 방향으로 더 많은 거리를 이동하므로 s 가 커진다.

④ h 가 클수록 연직 방향으로 자유 낙하 하는 거리가 길므로 지면에 도달할 때까지 걸린 시간이 길다.

[바로 알기] ⑤ h 가 클수록 지면에 도달할 때까지 걸린 시간이 길어진다. 따라서 수평 방향으로 v 의 속력으로 이동하는 시간 또한 길어져서 s 도 커진다.

14

ㄱ. 물체에 작용하는 중력은 질량에 비례한다. A와 B의 질량이 같으므로 A와 B에 작용하는 중력의 크기도 같다.

ㄴ. A와 B 모두 연직 방향으로 중력만을 받아 자유 낙하 운동을 한다. 따라서 A와 B의 연직 방향 속도 변화는 같다.

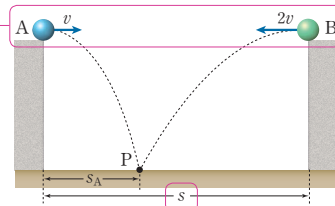
[바로 알기] ㄷ. A는 자유 낙하 운동을 하므로 연직 방향으로만 이동한다. 한편 B는 연직 방향으로 이동한 거리가 A와 같지만 수평 방향으로도 이동하므로 A가 이동한 거리보다 크다.

15

자료 해석하기

물체를 수평 방향으로 던진 속력에 따른 이동 거리

A와 B가 수평 방향으로 동시에 던져졌다.
→ A와 B는 연직 방향으로 동시에 자유 낙하 운동을 시작한다.



A와 B가 연직 방향으로 자유 낙하 운동을 하는 동안 수평 방향으로 등속 직선 운동을 한다. 이때 A와 B가 수평 방향으로 이동한 거리의 합은 s 이다.

ㄱ. 같은 높이에서 동시에 수평 방향으로 던져진 A, B는 연직 방향으로 자유 낙하 운동을 하므로 지면에 동시에 도달한다.

[바로 알기] ㄴ. A와 B가 운동하는 동안 수평 방향으로 작용하는 힘이 없으므로, A와 B의 수평 방향 속력은 일정하다.

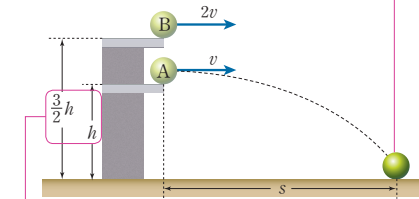
ㄷ. A와 B가 지면에 동시에 도달하므로, A와 B가 지면에 도달할 때까지 운동하는 시간은 같다. 이 시간을 t 라고 하면, 시간 t 동안 수평 방향으로 A는 v 의 속력으로, B는 $2v$ 의 속력으로 각각 등속 직선 운동을 한다. 따라서 $vt + 2vt = s$ 에서

$t = \frac{s}{3v}$ 이므로 $s_A = vt = v \cdot \frac{s}{3v} = \frac{s}{3}$ 이다.

[다른 풀이] ㄷ. A와 B는 수평 방향으로 같은 시간 동안 1 : 2의 속도 비로 등속 직선 운동을 하므로, 수평 방향 이동 거리 비도 1 : 2이다. 따라서 $s_A = \frac{1}{2+1}s = \frac{s}{3}$ 이다.

물체를 수평 방향으로 던진 속력과 높이에 따른 이동 거리

- 연직 방향: 높이 h 만큼 자유 낙하 한다.
- 수평 방향: A가 지면에 도달할 때까지 걸린 시간을 t_A 라고 하면, 시간 t_A 동안 s 만큼 이동한다.



자유 낙하 운동을 하는 물체의 낙하 거리 = $\frac{1}{2}gt^2$ 이다.

$$\bullet A: h = \frac{1}{2}gt_A^2$$

$$\bullet B: \frac{3}{2}h = \frac{1}{2}gt_B^2$$

B는 연직 방향으로 자유 낙하 운동을 한다. 이때 물체의 낙하 거리는 $\frac{1}{2}gt^2$ 이므로 $\frac{3}{2}h = \frac{1}{2}gt_B^2$ 에서 $t_B = \sqrt{\frac{3h}{g}}$ 이다. 즉, B는 $\sqrt{\frac{3h}{g}}$ 의 시간 동안 수평 방향으로 s_B 만큼 이동하였으므로, $s_B = 2v\sqrt{\frac{3h}{g}} = v\sqrt{\frac{12h}{g}}$ 이다.

한편 A의 경우 $h = \frac{1}{2}gt_A^2$ 에서 $t_A = \sqrt{\frac{2h}{g}}$ 이다. 즉, A는 $\sqrt{\frac{2h}{g}}$ 의 시간 동안 수평 방향으로 v 의 속력으로 s 만큼 이동하였으므로, $s = v\sqrt{\frac{2h}{g}}$ 이다. 따라서 $s_B = \sqrt{6}s$ 이다.

- 17 ② 대포알을 수평 방향으로 쏘면 대포알이 지구를 향해 떨어진다. 이때 수평 방향으로 쏜 속력이 빠를수록 대포알이 더 먼 곳까지 가서 떨어진다. 따라서 대포알을 어떤 특정한 속력으로 쏘면 대포알은 중력에 의해 계속 아래로 떨어지지만, 지구가 둥글기 때문에 땅에 닿지 않고 지구를 한 바퀴 돌게 된다. 이러한 사고 실험 결과를 통해 인공위성이나 달이 지구의 중력을 받지만 지구로 떨어지지 않고 지구 주위를 원운동하는 것을 설명할 수 있다.

[바로 알기] ① 번개가 치는 것은 구름과 지면 사이에 상호 작용하는 전기력에 의한 현상이다.

③ 추위를 느끼면 열손실을 줄이기 위해 근육이 수축하여 피부에 소름이 돋고 털이 곤두선다. 이는 뉴턴의 사고 실험과는 관계가 없다.

④ 달리던 버스가 급정거하면 계속 운동하려는 관성에 의해 몸이 앞으로 쏠리는 것이다.

⑤ 나침반 자침의 N극이 항상 지구의 북극 근처를 가리키는 것은 나침반 자침과 지구 사이에 상호 작용하는 자기력 때문이다.

중력이 지구 및 생명 시스템에 미치는 영향

공기가 지구의 중력에 붙들려 대기층을 형성하고, 이 대기층 속에서 동식물이 호흡하며 살아간다.

귀 속의 전정 기관에서는 중력을 감지한다. 이를 통해 몸의 기울어짐을 인식하여 몸의 균형을 유지한 채로 앉은 자세를 유지할 수 있다.



식물은 중력의 방향을 따라 땅속으로 뿌리를 내린다.

물뿌리개에서 나온 물은 중력에 의해 땅에 떨어진다.

[바로 알기] ⑤ 물체로부터 온 빛을 통해 색을 인식한다. 따라서 색을 인식하는 것은 중력이 영향을 미치는 것과 거리가 멀다.

- 19 B: 전정 기관에서는 중력을 감지하여 몸의 평형을 인식한다. 따라서 중력을 느낄 수 없는 우주 정거장에서는 눈을 감고 있으면 몸이 기울어져도 알 수 없다.

[바로 알기] A: 중력에 의해 컵에 물이 담겨 있을 수 있고, 컵을 기울이면 중력에 의해 물이 입 속으로 들어올 수 있다. 따라서 중력이 없는 곳에서는 컵에 물을 따라 마시는 것이 어렵다.

C: 지구에서는 촛불이 탈 때 뜨거운 공기가 상승하면서 불꽃이 위로 뾰족한 모양이 된다. 하지만 중력이 없는 우주 정거장에서 는 공기의 대류가 일어나지 않으므로 불꽃이 둥근 모양이다.

- 20 종이를 통기면 종이는 날아가지만, 동전은 계속 정지해 있으려는 관성에 의해 종이와 함께 날아가지 않고 컵 속으로 떨어진다. ㄱ, ㄴ. 관성이란 물체가 자신의 운동 상태를 그대로 유지하려고 하는 성질로, 물체의 질량이 클수록 크다.

[바로 알기] ㄷ. 물체에 작용한 힘과 그 힘이 작용한 시간의 곱은 충격량이다.

- 21 버스가 갑자기 정지할 때, 버스 안에 있는 사람들은 운동하던 방향으로 '계속 운동하려는 관성'에 의해 몸이 앞으로 쏠린다.

ㄴ. 뛰어가다가 발이 돌부리에 걸리면 몸은 뛰어가던 방향으로 '계속 운동하려는 관성'에 의해 앞으로 쏠려 넘어진다.

[바로 알기] ㄱ. 이불을 두드리면 이불에 붙어 있던 먼지들은 '계속 정지해 있으려는 관성'에 의해 이불로부터 떨어져 나온다.

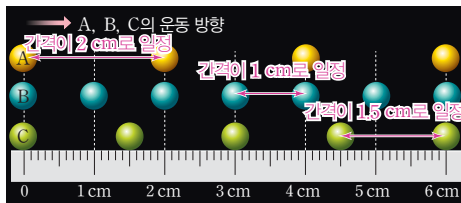
ㄷ. 체조 선수가 무릎을 구부리면서 착지하는 것은 착지할 때 충돌 시간을 길게 하여 몸이 받는 평균 힘의 크기를 줄이기 위해서이다.

- 22 달리던 자동차가 갑자기 정지하면, 자동차 내부의 사람은 자동차가 달리던 방향으로 계속 운동하려는 관성에 의해 몸이 갑자기 앞으로 쏠리게 된다. 이에 따라 몸이 자동차 내부에 강하게 부딪히거나, 심할 경우 자동차 바깥으로 튀어 나가 크게 다칠 수 있다. 만약 안전띠를 착용하였다면, 충돌 시 몸을 의자에 고정시켜 몸이 갑자기 앞으로 쏠리는 것을 방지할 수 있다. 따라서 자동차에 탑승할 때는 반드시 안전띠를 착용해야 한다.

23 자료 해석하기

다중 선타 광 사진과 운동량

다중 선타 광 사진에서는 일정한 시간 간격으로 물체의 운동을 나타낸다. 따라서 물체 사이의 간격은 일정한 시간 동안 이동한 거리, 즉 속력으로 해석할 수 있다.



A의 속력을 v 라고 하면, 물체 사이의 간격이 A의 $\frac{1}{2}$ 배인 B의 속력은 $\frac{1}{2}v$, A의 $\frac{3}{4}$ 배인 C의 속력은 $\frac{3}{4}v$ 이다. 운동량은 질량과 속력의 곱과 같으므로 A~C의 운동량의 비 $p_A : p_B : p_C = m \times v : 2m \times \frac{1}{2}v : 4m \times \frac{3}{4}v = 1 : 1 : 3$ 이다.

- 24 충격량은 물체에 작용한 힘의 크기와 물체에 힘이 작용한 시간의 곱과 같다.

(가): $200 \text{ N} \times 2 \text{ s} = 400 \text{ N} \cdot \text{s}$ (나): $25 \text{ N} \times 25 \text{ s} = 625 \text{ N} \cdot \text{s}$
 (다): $150 \text{ N} \times 5 \text{ s} = 750 \text{ N} \cdot \text{s}$ (라): $70 \text{ N} \times 12 \text{ s} = 840 \text{ N} \cdot \text{s}$
 (마): $40 \text{ N} \times 10 \text{ s} = 400 \text{ N} \cdot \text{s}$

따라서 (가), (마)의 충격량의 크기가 같다.

- 25 물체에 가한 충격량은 운동량 변화량과 같다. 따라서 정지해 있는 (가)~(마)에 가한 충격량은 힘을 모두 작용한 후 각 물체의 운동량과 같다. 또한, 운동량은 질량과 속력의 곱과 같으므로 (가)~(마)의 속력은 충격량을 질량으로 나눈 값과 같다.

(가): $\frac{400 \text{ N} \cdot \text{s}}{1 \text{ kg}} = 400 \text{ m/s}$ (나): $\frac{625 \text{ N} \cdot \text{s}}{5 \text{ kg}} = 125 \text{ m/s}$
 (다): $\frac{750 \text{ N} \cdot \text{s}}{6 \text{ kg}} = 125 \text{ m/s}$ (라): $\frac{840 \text{ N} \cdot \text{s}}{3 \text{ kg}} = 280 \text{ m/s}$
 (마): $\frac{400 \text{ N} \cdot \text{s}}{2 \text{ kg}} = 200 \text{ m/s}$

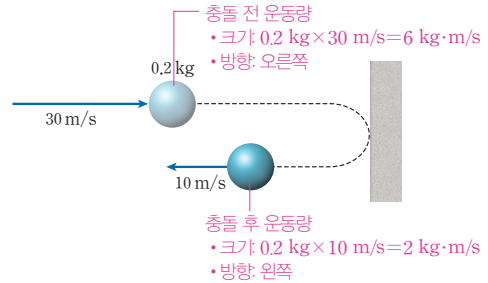
따라서 속력을 비교하면 (가) > (라) > (마) > (나) = (다)이다.

- 26 물체에 운동량의 방향과 반대 방향으로 충격량을 가하므로 물체의 운동량의 크기가 점점 감소하며, 충격량의 크기가 처음 운동량의 크기와 같아진 순간 물체는 정지한다. 따라서 $mv = Ft_1$

에서 $t_1 = \frac{mv}{F}$ 이다. 또한, t_1 이후로부터는 물체의 운동 방향이 반대로 바뀌어 운동량의 방향과 충격량의 방향이 같아지므로 물체의 운동량의 크기가 점점 증가하고, t_2 가 되었을 때 운동량의 크기가 $2mv$ 가 된다. 따라서 $mv + 2mv = Ft_2$ 에서 $t_2 = \frac{3mv}{F}$ 이다. 그러므로 $t_1 : t_2 = 1 : 3$ 이다.

27 자료 해석하기

운동량과 충격량



ㄱ. 충돌 전 운동량의 크기는 $6 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$ 이다.

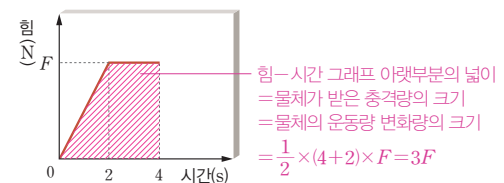
바로 알기 ㄴ. 충돌 후 공의 운동량의 크기는 $2 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$ 이고, 이때 방향은 충돌 전과 반대이다. 즉, 공의 운동량은 오른쪽 방향의 $6 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$ 에서 점점 감소하여 0이 된 후, 왼쪽 방향의 $2 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$ 가 되었으므로, 운동량 변화량의 크기는 $8 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$ 이다. 따라서 벽이 공에 가한 충격량의 크기는 $8 \text{ N} \cdot \text{s}$ 이다.

ㄷ. 충돌하는 시간이 0.1초이므로 $I = F \Delta t$ 에서 공이 벽으로부터 받은 평균 힘의 크기 $F = \frac{I}{\Delta t} = \frac{8 \text{ N} \cdot \text{s}}{0.1 \text{ s}} = 80 \text{ N}$ 이다.

다른 풀이 ㄴ. 오른쪽 방향을 (+), 왼쪽 방향을 (-)로 하면 운동량 변화량 = 나중 운동량 - 처음 운동량 = $-2 \text{ kg} \cdot \text{m/s} - 6 \text{ kg} \cdot \text{m/s} = -8 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$ 이다. 따라서 충격량의 크기는 운동량 변화량의 크기와 같은 $8 \text{ N} \cdot \text{s}$ 이다.

28 자료 해석하기

힘-시간 그래프와 충격량



ㄱ. 물체의 처음 운동량 = $2 \text{ kg} \times 3 \text{ m/s} = 6 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$ 이고, 4초 후 물체의 운동량은 5배인 $30 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$ 가 된다. 따라서 4초 동안 물체의 운동량 변화량은 $24 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$ 이고, 이는 4초 동안 물체가 받은 충격량과 같다.

[바로 알기] ㄴ. 충격량은 물체가 받은 평균 힘의 크기와 힘을 받은 시간의 곱이므로 물체가 4초 동안 받은 평균 힘의 크기 $= \frac{24 \text{ N} \cdot \text{s}}{4 \text{ s}} = 6 \text{ N}$ 이다.

ㄷ. 물체가 받은 충격량의 크기는 힘-시간 그래프 아래부분의 넓이와 같으므로 $3F = 24 \text{ N} \cdot \text{s}$ 에서 $F = 8 \text{ N}$ 이다.

29 물체의 처음 운동량 = $1 \text{ kg} \times 10 \text{ m/s} = 10 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$ 이므로 물체에 6초 동안 운동 방향과 반대 방향으로 가한 충격량의 크기, 즉 6초 동안 힘-시간 그래프 아래부분의 넓이가 $10 \text{ N} \cdot \text{s}$ 일 때 물체의 운동량이 0이 되어 정지한다.

② $1 \text{ N} \times 2 \text{ s} + 2 \text{ N} \times 4 \text{ s} = 10 \text{ N} \cdot \text{s}$

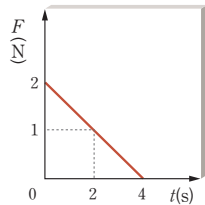
④ $\frac{1}{2} \times 2 \text{ N} \times (6 \text{ s} + 4 \text{ s}) = 10 \text{ N} \cdot \text{s}$

[바로 알기] ① $1.5 \text{ N} \times 6 \text{ s} = 9 \text{ N} \cdot \text{s}$

③, ⑤ $\frac{1}{2} \times 2 \text{ N} \times 6 \text{ s} = 6 \text{ N} \cdot \text{s}$

30 자료 해석하기

힘-시간 그래프와 운동량 변화량



2초일 때까지 그래프 아래부분의 넓이
= 2초 동안 물체에 가한 충격량
 $= \frac{1}{2} \times (2 \text{ N} + 1 \text{ N}) \times 2 \text{ s} = 3 \text{ N} \cdot \text{s}$
4초일 때까지 그래프 아래부분의 넓이
= 4초 동안 물체에 가한 충격량
 $= \frac{1}{2} \times 2 \text{ N} \times 4 \text{ s} = 4 \text{ N} \cdot \text{s}$

정지해 있던 물체에 가한 충격량의 크기만큼 물체의 운동량은 증가한다. 이때 힘-시간 그래프 아래부분의 넓이는 충격량과 같으므로, 0~2초일 때와 0~4초일 때 그래프 아래부분의 넓이가 2초일 때와 4초일 때 물체의 운동량과 같다. 한편 물체의 질량은 3 kg 으로 일정하므로, 물체의 속력 비는 운동량 비와 같다. 따라서 $v_{2초} : v_{4초} = 3 : 4$ 이다.

31 (가), (나)에서 충돌 전 물체의 속력이 같고, 충돌 후 정지하였으므로 물체의 운동량 변화량도 같다. 따라서 (가), (나)에서 충돌하는 동안 물체가 받은 충격량, 즉 (다)에서 그래프 아래부분의 넓이도 같다. 따라서 $5 \text{ N} \times 3 \text{ s} = 4 \text{ N} \times t$ 에서 $t = \frac{15}{4} \text{ s}$ 이다. 또한, (나)에서 물체가 받은 충격량의 크기는 $5 \text{ N} \times 3 \text{ s} = 15 \text{ N} \cdot \text{s}$ 이고, 이는 충돌 전 물체의 운동량과 같다. 따라서 $3 \text{ kg} \times v = 15 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$ 에서 $v = 5 \text{ m/s}$ 이다.

32 운동량 변화량 = 나중 운동량 - 처음 운동량이다. 또한, 운동량 = 질량 \times 속도이므로 속도 = $\frac{\text{운동량}}{\text{질량}}$ 이고, 속도 변화량 = 나중 속도 - 처음 속도이다. 따라서 충돌 전후 A, B의 운동량과 속도 변화량은 다음과 같다.

구분	충돌 전	충돌 후	변화량
A의 운동량	$5 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$	$-3 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$	$-8 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$
A의 속도	5 m/s	-3 m/s	-8 m/s
B의 운동량	$-4 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$	$4 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$	$8 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$
B의 속도	-2 m/s	2 m/s	4 m/s

ㄴ. 충돌 전후 A, B의 운동량 변화량의 크기는 $8 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$ 로 같다.

ㄷ. 충격량 = 힘 \times 힘을 받은 시간 = 운동량 변화량이다. A와 B가 충돌하면서 힘을 주고받은 시간은 0.1 초 로 같고, 운동량 변화량의 크기도 $8 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$ 로 같으므로, A와 B가 주고받은 평균 힘의 크기도 $\frac{8 \text{ N} \cdot \text{s}}{0.1 \text{ s}} = 80 \text{ N}$ 으로 같다.

[바로 알기] ㄱ. 충돌 전후 A의 속도 변화량의 크기는 8 m/s 이고, B의 속도 변화량의 크기는 4 m/s 이다.

33 낙하한 쇠구슬이 찰흙에 도달한 순간의 운동량이 클수록 찰흙이 받는 충격량이 커져서 찰흙의 변형 정도가 크다.

ㄱ. 같은 높이에서 낙하한 물체는 지면에 도달하는 순간의 속력이 같다. 따라서 A와 B를 비교하면, 속력이 같을 때 질량이 클수록 운동량이 크다는 것을 알 수 있다.

ㄷ. 같은 높이에서 낙하시킨 A, B의 경우, 질량이 $A < B$ 이므로 찰흙에 도달한 순간 운동량의 크기는 $A < B$ 이다. 한편 같은 질량인 B, C의 경우, 낙하 높이는 $B < C$ 이므로 찰흙에 도달한 순간의 운동량의 크기는 $B < C$ 이다. 따라서 찰흙에 도달한 순간의 운동량이 가장 큰 C가 떨어진 찰흙이 가장 많이 변형된다.

[바로 알기] ㄴ. B와 C의 질량이 같으므로 작용한 중력의 크기가 같다. 따라서 B와 C를 비교하여 작용한 힘의 크기와 운동량 변화량의 관계를 알 수 없다.

34 A는 야구공에 가한 힘의 크기를 크게 하려는 것이고, B는 야구공과 방망이의 접촉 시간을 길게 하려는 것이다.

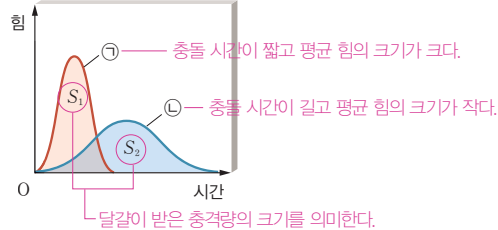
[바로 알기] ①, ② 방망이를 강하게 휘둘수록 야구공에 가한 힘의 크기가 커져 야구공에 가한 충격량, 즉 운동량 변화량이 커진다. 이에 따라 야구공의 속력이 커지므로 더 멀리 날아가게 된다.

③, ⑤ 방방이를 큰 각도와 궤적을 그리게 휘둘수록 야구공과 방방이가 접촉해 있는 시간이 길어져 야구공에 가한 충격량, 즉 운동량 변화량이 커진다. 이에 따라 야구공의 속력이 커지므로 더 멀리 날아가게 된다.

35

자료 해석하기

충돌 시간에 따른 평균 힘의 크기



ㄱ. 동일한 두 달걀을 동일한 높이에서 낙하시켰으므로 바닥과 충돌 직전 두 달걀의 질량과 속력의 곱인 운동량은 같다.

바로 알기 ㄴ. 바닥과 충돌 직전 두 달걀의 운동량이 같고, 충돌 후 두 달걀은 모두 정지하므로 충돌 후 운동량 또한 0으로 같다. 따라서 A, B의 운동량 변화량, 즉 A, B가 받은 충격량은 같다. 한편 힘-시간 그래프 아랫부분의 넓이는 물체가 받은 충격량을 의미하므로 $S_1 = S_2$ 이다.

ㄷ. B는 A와 다르게 바닥과 충돌 후 깨지지 않았으므로, B는 A에 비해 충돌 과정에서 작은 힘을 받은 것이다. A와 B가 받은 충격량이 같으므로 B가 더 작은 힘을 받기 위해서는 B의 충돌 시간이 더 길어야 한다. 이를 나타낸 곡선은 ㉠이다.

36 두껍고 폭신한 매트나 에어캡 포장은 충돌 시 같은 충격량을 받더라도 충돌 시간을 길게 하여 물체가 받는 평균 힘의 크기를 작게 한다.

차이를 만드는 통합 사고력 문제

1권 172~175쪽

01 **모범 답안** | (1) 화성 > 금성 > 지구, 중력 가속도의 크기가 작을수록 자유 낙하 운동을 하는 물체의 속력이 천천히 증가하므로 지면에 도달할 때까지 긴 시간이 걸리기 때문이다.

(2) 화성 > 금성 > 지구, 물체는 연직 방향으로 자유 낙하 운동을 하고 수평 방향으로 등속 직선 운동을 하므로 지면에 도달할 때까지 걸리는 시간이 길수록 수평 방향으로 긴 시간 동안 등속 직선 운동을 하기 때문이다.

채점 기준		배점(%)
(1)	시간을 옳게 비교하고, 그 이유를 중력 가속도의 크기에 따른 속력 증가를 언급하여 설명한 경우	50
	시간만 옳게 비교한 경우	20
(2)	거리를 옳게 비교하고, 그 이유를 연직 방향과 수평 방향의 운동을 시간과 관련지어 설명한 경우	50
	거리의 운동만 언급하여 설명한 경우	40
	거리만 옳게 비교한 경우	20

해설 | (1) 자유 낙하 운동을 하는 물체의 속력은 1초마다 중력 가속도의 크기만큼 증가한다. 따라서 중력 가속도의 크기가 클수록 물체의 속력이 빠르게 증가하여 물체가 지면에 도달할 때까지 걸린 시간이 짧다.

(2) 수평 방향으로 던진 물체는 연직 방향으로 자유 낙하 운동을, 수평 방향으로 등속 직선 운동을 한다. 따라서 수평 방향으로 던진 속력이 같더라도 연직 방향으로 이동한 시간이 길수록 수평 방향으로 등속 직선 운동을 하는 시간이 길어져 수평 방향으로 이동한 거리 또한 길어진다.

02 **모범 답안** | (1) 중력 가속도, 속력-시간 그래프의 기울기는 중력

가속도를 의미하므로 $\frac{v_2 - v_1}{2t_1 - t_1} = \frac{v_2 - v_1}{t_1}$ 는 중력 가속도이다.

(2) 자유 낙하 하는 물체의 속력은 시간에 비례하므로 $v_3 = 3v_1$ 이다. 한편 속력-시간 그래프 아랫부분의 넓이는 낙하한 거리를 의미하므로 $3t_1$ 일 때까지 낙하한 거리 = $\frac{3t_1 \times v_3}{2} = \frac{9t_1 v_1}{2}$

으로, t_1 일 때까지 낙하한 거리 = $\frac{t_1 v_1}{2}$ 의 9배이다.

채점 기준		배점(%)
(1)	중력 가속도를 쓰고, 그 이유를 그래프의 기울기를 이용하여 설명한 경우	40
	중력 가속도만 쓴 경우	10
(2)	속력과 시간의 관계를 이용한 그래프 아랫부분의 넓이 비교를 통해 9배를 구한 경우	60
	9배만 쓴 경우	30

해설 | (2) 자유 낙하 하는 물체의 속력은 시간에 비례하므로 $v_2 = 2v_1$ 이고, $v_3 = 3v_1$ 이다. 한편 자유 낙하 하는 물체의 속력-시간 그래프 아랫부분의 넓이는 낙하한 거리를 의미하므로 $3t_1$ 일 때까지 낙하한 거리 = $\frac{3t_1 \times 3v_1}{2} = \frac{9t_1 v_1}{2}$ 이고, t_1 일 때

까지 낙하한 거리 = $\frac{t_1 v_1}{2}$ 이다. 따라서 $3t_1$ 일 때까지 낙하한

거리는 t_1 일 때까지 낙하한 거리의 9배이다.

03 모범 답안 | (1) 물체가 더 큰 궤도를 따라 지구 주위를 운동하게 될 것이다.

(2) 작아져야 한다. 중력 가속도가 작아지면 물체가 지면에 도달할 때까지 걸린 시간이 더 길어져 더 먼 거리에 떨어지기 때문이다.

채점 기준		배점(%)
(1)	더 큰 궤도를 따라 운동하게 된다고 설명한 경우	50
	지구 주위를 운동하지 않는다고 설명한 경우에는 오답	0
(2)	작아져야 한다고 쓰고, 물체가 지면에 닿는 시간이 길어지기 때문이라는 것을 이유로 설명한 경우	50
	작아져야 한다고만 쓴 경우	20

해설 | (1) 지표면을 수평이라고 생각하면, 물체를 던진 처음 높이가 같을 때 수평 방향으로 던진 속력이 클수록 지면에 도달할 때까지 걸린 시간은 같고 수평 방향으로의 이동 거리만 증가한다. 하지만 수평 방향 속력이 점점 커져 물체가 이동하는 거리가 커지면 둥근 형태인 지구를 생각해야 한다. 즉, 지표면이 곡면이 된다면 물체가 지면에 떨어질 때까지 걸리는 시간이 길어지므로 수평일 때보다 더 멀리 날아가게 된다. 또한, 물체가 지면에 도달하는 시간 동안 지구를 한 바퀴 회전한다면 처음 위치로 되돌아오므로 지면에 떨어지지 않고 계속 회전하게 될 것이다. 그리고 물체를 이보다 조금 더 빠른 속력으로 던지면 물체가 더 멀리 날아가므로 더 큰 궤도를 따라 운동하게 되며, 그 궤도 또한 정확한 원이 아니게 된다. 그러나 수평 방향으로 던진 속력이 이보다 매우 빠르다면 물체가 지구 중력을 벗어나 멀리 날아가게 된다.

04 모범 답안 | 동물은 몸을 지탱하기 위해 골격이 강해지고, 식물도 자신의 무게를 지탱하기 위해 세포벽이 두꺼워진다.

채점 기준		배점(%)
동물과 식물의 구조에 주는 영향을 모두 옳게 설명한 경우		100
동물이나 식물의 구조에 주는 영향 중 하나만 옳게 설명한 경우		50

해설 | 무중력 상태에서는 무게를 지탱하기 위한 튼튼한 구조가 필요하지 않지만 지구에서는 중력이 있으므로 무게를 지탱하기 위한 튼튼한 구조가 필요하다.

05 모범 답안 | (1) 물체는 일정한 속력으로 계속 운동한다. 수평면에서 물체에 운동 방향으로 작용하는 알짜힘이 없기 때문이다.

(2) 정지해 있는 물체는 계속 정지해 있고, 운동하는 물체는 계속 등속 직선 운동을 한다.

채점 기준		배점(%)
(1)	물체가 속력이 일정한 운동을 한다고 쓰고, 그 이유를 물체에 작용하는 힘과 관련지어 설명한 경우	50
	물체가 속력이 일정한 운동을 한다고만 쓴 경우	20
(2)	정지해 있는 물체와 운동하고 있는 물체의 경우를 모두 옳게 설명한 경우	50
	정지해 있는 물체나 운동하고 있는 물체의 경우 중 한 가지만 옳게 설명한 경우	25

해설 | (1) 수평면에서 물체에 작용하는 알짜힘이 0이므로 계속 일정한 속력으로 운동하게 된다.

(2) 물체에 작용하는 알짜힘이 0이면 물체의 운동 상태가 변하지 않으므로 정지해 있는 물체는 계속 정지해 있고, 운동하는 물체는 계속 등속 직선 운동을 한다.

06 모범 답안 | 대롱의 길이가 길수록 사냥용 침에 힘이 작용하는 시간이 길어져 사냥용 침에 가해지는 충격량의 크기가 증가한다. 이에 따라 사냥용 침의 운동량 변화량이 커져 침이 발사되는 순간 침의 운동량이 크므로 침이 발사되는 속도도 커서 도달할 수 있는 거리가 길어진다.

채점 기준		배점(%)
대롱의 길이에 따른 힘이 작용하는 시간, 충격량 변화, 운동량 변화, 속도 변화를 모두 언급하여 거리 변화를 옳게 설명한 경우		100
대롱의 길이에 따른 거리 변화를 설명하면서 다음 조건 중 하나를 누락할 때마다 감점 • 힘이 작용하는 시간 • 충격량 변화 • 운동량 변화 • 속도 변화		-20

해설 | 입으로 대롱을 붙면 대롱 속의 압력이 높아져서, 이 압력에 의한 힘이 사냥용 침에 작용한다. 대롱이 길수록 침이 대롱 밖으로 나갈 때까지 걸린 시간이 길어져, 침에 힘이 작용하는 시간이 길어진다. 충격량은 힘과 힘이 작용한 시간의 곱이므로 힘이 작용한 시간이 길어짐에 따라 침이 받는 충격량의 크기가 커진다. 그리고 침이 받은 충격량이 클수록 침의 운동량 변화량이 커져, 대롱을 떠나는 순간 침의 운동량 또한 커진다. 운동량은 질량과 속도의 곱인데, 침의 질량에는 변화가 없으므로 힘이 작용한 시간이 길어지면 침의 속도가 커진다. 대롱을 떠난 침은 수평 방향으로 던진 물체와 같은 운동을 하므로, 침이 대롱을 떠난 순간 수평 방향 속도의 크기, 즉 속력이 클수록 침이 수평 방향으로 더 멀리 이동하게 된다.

- 07 모범 답안** | (1) A가 받은 충격량=운동량 변화량
 $=3\text{ kg} \times (-2\text{ m/s}) - 3\text{ kg} \times 5\text{ m/s} = -21\text{ kg} \cdot \text{m/s}$ 이므로 B가 A에 가한 충격량의 크기는 $21\text{ N} \cdot \text{s}$ 이다.
 (2) $21\text{ N} \cdot \text{s}$, 작용 반작용 법칙에 의해 B가 A에 가한 힘과 같은 크기의 힘을 A도 B에 가한다. 이때 A와 B의 충돌 시간은 같으므로 A가 B에 가한 충격량의 크기는 B가 A에 가한 충격량의 크기와 같다.
 (3) 물체 B는 A로부터 오른쪽으로 $21\text{ N} \cdot \text{s}$ 의 충격량을 받으므로 B의 운동량 변화량은 $21\text{ kg} \cdot \text{m/s}$ 이다. 따라서 충돌 후 B의 운동량 $=5\text{ kg} \times (-3\text{ m/s}) + 21\text{ kg} \cdot \text{m/s} = 6\text{ kg} \cdot \text{m/s}$ 가 되어, B의 속도의 크기는 1.2 m/s 이다.

채점 기준		배점(%)
(1)	A의 운동량 변화량을 통해 B가 A에 가한 충격량의 크기 $21\text{ N} \cdot \text{s}$ 를 옳게 구한 경우	30
	$21\text{ N} \cdot \text{s}$ 만 쓴 경우	15
(2)	작용 반작용 법칙을 들어 물체가 주고받는 힘의 크기가 같고, 충돌 시간이 같으므로 충격량의 크기가 같다는 것을 통해 $21\text{ N} \cdot \text{s}$ 를 구한 경우	40
	$21\text{ N} \cdot \text{s}$ 만 쓴 경우	20
(3)	A가 B에 가한 충격량이 B의 운동량 변화량과 같음을 이용하여 충돌 후 B의 운동량을 구하고, 이를 통해 B의 속도의 크기 1.2 m/s 를 구한 경우	30
	1.2 m/s 만 쓴 경우	15

해설 | (1) 물체 B가 A에 가한 충격량은 A의 운동량 변화량과 같다. 오른쪽을 (+)로 하면, 이와 반대 방향인 왼쪽은 (-)이므로 A의 운동량 변화량은 다음과 같다.

나중 운동량-처음 운동량
 $=3\text{ kg} \times (-2\text{ m/s}) - 3\text{ kg} \times 5\text{ m/s} = -21\text{ kg} \cdot \text{m/s}$
 즉, B가 A에 가한 충격량의 크기는 $21\text{ N} \cdot \text{s}$ 이다.

(2) 작용 반작용 법칙에 의해 A와 B가 충돌할 때, B가 A에 가한 힘과 크기가 같고 방향이 반대인 힘을 A는 B에 가한다. 또한, A와 B가 충돌하므로, A가 B에 힘을 가한 시간과 B가 A에 힘을 가한 시간은 같다. 따라서 A와 B가 충돌할 때, 두 물체는 서로 크기가 같고 방향이 반대인 충격량을 가한다.

(3) 물체 B는 충돌 전 왼쪽 방향으로 운동하고 있으므로 충돌 전 B의 운동량 $=5\text{ kg} \times (-3\text{ m/s}) = -15\text{ kg} \cdot \text{m/s}$ 이고, B에 오른쪽 방향으로 충격량 $21\text{ N} \cdot \text{s}$ 가 가해지므로 충돌 후 B의 운동량 $=-15\text{ kg} \cdot \text{m/s} + 21\text{ kg} \cdot \text{m/s} = 6\text{ kg} \cdot \text{m/s}$ 이다. 운동량은 질량과 속도의 곱이므로,

충돌 후 B의 속도 $=\frac{6\text{ kg} \cdot \text{m/s}}{5\text{ kg}} = 1.2\text{ m/s}$ 이다.

2 지구 시스템

01 지구 시스템의 구성

개념 확인해서 **High**로!

1권 188~189쪽

- 01** ㄱ, ㄷ **02** ㉠ 태양, ㉡ 액체, ㉢ 대기, ㉣ 자기장 **03**
 (1) A: 내핵, B: 외핵, C: 맨틀, D: 지각 (2) A층: 철과 니켈, D층: 규산염 물질 **04** ㄱ, ㄴ, ㄷ **05** ㄱ, ㄴ, ㄷ **06** (1)
 A: 대류권, B: 성층권, C: 중간권, D: 열권 (2) 높이에 따른 기온 변화 **07** ㄴ, ㄷ **08** (가) 열권 (나) 대류권 (다) 성층권 **09** ㄱ, ㄴ, ㄷ **10** (1) A: 해수, B: 빙하 (2) 깊이에 따른 수온 분포 **11** ㄱ, ㄷ **12** ㄱ, ㄷ

01 ㄱ, ㄷ. 지구 시스템은 지권, 기권, 수권, 생물권, 외권으로 이루어져 있으며, 각 구성 요소들은 끊임없이 상호 작용하면서 에너지와 물질을 주고받고 있다.

바로알기 ㄴ. 생물권은 지권, 수권, 기권에 걸쳐 분포한다.

02 지구는 주위에 안정적으로 에너지를 공급해 주는 태양(㉠)이 있고, 액체(㉡) 상태의 물이 존재하며, 적당한 구성 성분과 양의 대기(㉢)와 자기장(㉣)이 존재하는 등 생명체가 존재하기 위한 최적의 환경을 갖추고 있다.

03 (1) A는 내핵, B는 외핵, C는 맨틀, D는 지각이다.

(2) 내핵은 주로 철과 니켈로, 지각은 주로 규산염 물질로 이루어져 있다.

04 ㄱ. 지각은 주로 화강암질 암석으로 이루어진 대륙 지각과 주로 현무암질 암석으로 이루어진 해양 지각으로 구분된다.

ㄴ. 맨틀은 지구 전체 부피의 약 80 %를 차지한다.

ㄷ. 내핵은 주로 철과 니켈로 이루어져 있다.

바로알기 ㄷ. 외핵은 액체 상태이고, 내핵은 고체 상태이다.

05 ㄱ. 해저의 화산 활동으로 수권에 공급된 물질은 염류의 근원이 된다.

06 (1) A는 대류권, B는 성층권, C는 중간권, D는 열권이다.

(2) 기권은 높이에 따른 기온 변화를 기준으로 대류권, 성층권, 중간권, 열권으로 구분한다.

07 ㄴ. 성층권은 높이 올라갈수록 기온이 높아지므로 안정하여 대류가 거의 일어나지 않는다.

바로알기 ㄱ. 낮과 밤의 기온 차이가 가장 큰 층은 대기가 매우 희박한 열권이다.

다. 중간권에는 수증기가 거의 없어서 기상 현상이 일어나지 않는다.

08 (가) 태양풍 입자가 대기와 충돌하여 밝게 빛을 내는 것으로 라로, 열권에서 나타난다.

(나) 태풍과 같은 기상 현상은 대류권에서 일어난다.

(다) 성층권에 있는 오존층에서 유해한 자외선을 흡수한다.

09 기권은 온실 효과를 일으켜 생물이 살기에 적합한 온도를 유지하고, 호흡과 광합성에 필요한 산소와 이산화 탄소를 공급한다. 또, 외권으로부터 오는 자외선과 유성체를 막아 지상의 생명체를 보호한다.

10 (1) 수권의 약 97.5 %는 해수(A)이며, 육수의 대부분은 빙하(B)이다.

(2) 해수는 깊이에 따른 수온 분포를 기준으로 해수면으로부터 혼합층, 수온 약층, 심해층으로 구분한다.

11 ㄱ. 혼합층(A)은 바람에 의해 해수가 섞여 깊이에 관계없이 수온이 거의 일정한 층으로, 혼합층의 두께는 바람이 강하게 불수록 두꺼워진다.

ㄴ. 심해층(C)은 태양 에너지가 도달하지 못해서 수온이 낮고, 수온 변화가 거의 없는 층이다.

바로 알기 ㄴ. 수온 약층(B)은 수심이 깊어질수록 수온이 낮아지는 안정한 층이다. 따라서 대류가 거의 일어나지 않으므로 혼합층과 심해층 사이에 물질이나 에너지 교환이 거의 일어나지 않는다.

12 **바로 알기** ㄴ. 지구는 우주 공간과 끊임없이 에너지를 교환하지만, 운석 등이 지구로 유입되는 경우를 제외하면 물질의 교환은 거의 일어나지 않는다.

02 지구 시스템의 상호 작용

개념 확인해서 **High로!**

1권 200~201쪽

- 01** ㄱ **02** (1) 태양의 수소 핵융합 반응 (2) 방사성 원소의 붕괴 (3) 달과 태양의 인력 **03** (가) 지구 내부 에너지 (나) 태양 에너지 (다) 조력 에너지 **04** (1) A (2) 대기와 해수의 순환 **05** ㉠ 태양, ㉡ 방출 **06** (1) 많 (2) 36 (3) 평형 **07** (1) A: 수권, B: 기권 (2) ㉠ 탄산염(석회암), ㉡ 유기물 **08** ㄱ, ㄴ **09** (1) G (2) A (3) E **10** ㄱ, ㄴ **11** (1) B (2) D (3) F **12** (가) 지권과 기권 (나) 수권과 기권 (다) 지권과 수권

01 **바로 알기** ㄴ. 지구 시스템의 에너지원 중 가장 많은 양을 차지하는 것은 태양 에너지이다.

ㄴ. 지구 시스템의 에너지원은 상호 전환되지 않는다.

02 태양 에너지는 태양 중심부의 수소 핵융합 반응에 의해 발생하고, 지구 내부 에너지는 주로 방사성 원소의 붕괴에 의해 발생하며, 조력 에너지는 달과 태양의 인력에 의해 발생한다.

03 (가) 화산 활동은 지구 내부 에너지에 의해, (나) 집중 호우는 태양 에너지에 의해, (다) 갯벌 형성은 조력 에너지에 의해 나타나는 현상이다.

04 (1) 같은 시간 동안 단위 면적의 지표면이 받는 태양 복사 에너지량은 저위도 지역인 A에서 가장 많고, 고위도 지역인 C에서 가장 적다(A>B>C).

(2) 대기와 해수가 순환하면서 저위도의 남는 에너지를 에너지가 부족한 고위도로 운반하여 지구 전체적으로 에너지 평형을 이룬다.

05 물의 순환은 태양 에너지(㉠)에 의해 일어난다. 물이 각 권에서 증발하여 수증기가 될 때에는 태양 에너지를 흡수하고, 수증기가 응결하여 구름이 형성될 때에는 흡수한 에너지를 방출(㉡)한다.

06 (1) 육지에서는 강수량이 증발량보다 많고, 바다에서는 증발량이 강수량보다 많다.

(2) 육지로 내린 강수량 96 단위 중 60 단위는 대기로 증발하였으므로 나머지는 바다로 이동하는 양인 A이다. 따라서 $96 = 60 + A$ 이므로 A의 양은 36 단위이다.

(3) 대기, 바다, 육지는 모두 유입되는 물의 양과 방출되는 물의 양이 같은 평형 상태를 이루고 있다.

07 탄소는 지권에서 탄산염(㉠)과 화석 연료로, 기권(B)에서 이산화 탄소를, 수권(A)에서 탄산 이온으로, 생물권에서 유기물(㉡) 형태로 존재한다.

08 ㄱ, ㄴ. 화산이 폭발하거나 화석 연료가 연소되는 과정에서 이산화 탄소가 지권에서 기권으로 방출된다.

바로 알기 ㄴ, ㄴ. 동물이 호흡할 때는 탄소가 생물권에서 기권으로 이동하고, 식물의 광합성 과정에서는 탄소가 기권에서 생물권으로 이동한다.

09 (1) 해수 중의 탄산 이온이 화학적으로 침전되어 석회암이 형성된다. → G

(2) 생물체의 유해가 지층에 묻혀 화석 연료가 된다. → A

(3) 기권의 이산화 탄소가 해수에 녹아 탄산 이온이나 탄산 수소 이온으로 존재하게 된다. → E

- 10 ㄱ. 지구 시스템을 구성하는 각 권은 상호 작용하고 있으며, 이 과정에서 물질의 순환과 에너지 흐름이 일어난다.
 ㄴ. 지구 시스템의 각 권은 서로 유기적으로 영향을 주고받으므로 어느 한 권에서 변화가 생기면 그 변화는 다른 권에도 영향을 준다.

바로 알기 ㄴ. 외권은 지구와 에너지 교환은 이루어지지만, 물질 교환은 거의 일어나지 않는다.

- 11 (1) 지하수에 의한 석회동굴의 생성은 수권과 지권의 상호 작용에 해당하므로 B이다.
 (2) 바람에 의해 종자와 포자가 이동하는 것은 기권과 생물권의 상호 작용에 해당하므로 D이다.
 (3) 물의 부영양화로 플랑크톤의 수가 갑자기 늘어나 물의 색이 붉은색 등으로 변하는 적조 현상은 수권과 생물권의 상호 작용에 해당하므로 F이다.
- 12 (가) 황사는 지권과 기권의 상호 작용으로 발생하고, (나) 태풍은 수권과 기권의 상호 작용으로 발생하며, (다) 지진 해일은 지권과 수권의 상호 작용으로 발생한다.

03 지구 시스템과 지권의 변화

개념 확인해서 High로!

1권 214~215쪽

01 ㄱ, ㄴ, ㄷ 02 (가) 열곡대 (나) 해령 (다) 호상 열도 03 ㄷ 04 ㄱ 05 (가) 보존형 경계 (나) 발산형 경계 (다) 수렴형 경계 (2) (나), (다) 06 (1) 해령 (2) 화산 활동, 천발 지진 07 ㄱ, ㄷ 08 ㉠ 보존형, ㉡ 변환 단층 09 (1) ㄴ, C (2) ㄷ, B (3) ㄱ, A 10 ㄱ, ㄴ, ㄷ 11 (1) (가) (2) (나), (다) 12 ㄴ

- 01 현재 화산 활동이나 지진과 같은 지각 변동이 자주 일어나는 지역을 변동대라고 한다. 화산 활동과 지진은 태양양의 가장자리에서 가장 활발하게 발생하며, 화산대와 지진대는 특정한 지역에 좁고 긴 띠 모양으로 분포한다.
- 02 (가) 열곡이 길게 띠 모양으로 이어져 있는 지형은 열곡대이다. (나) 대양의 해저에 발달한 대규모의 해저 산맥은 해령이다. (다) 해구와 나란하게 호 모양을 이루면서 배열되어 있는 섬들은 호상 열도이다.
- 03 ㄴ. 맨틀 대류는 연약권(A)에서 일어난다.
바로 알기 ㄱ. 암석권의 조각을 판이라고 한다.
 ㄴ. 대륙판은 해양판보다 두께가 두껍지만 밀도는 작다.

- 04 **바로 알기** ㄴ. 판들은 서로 다른 방향과 속도로 이동한다.
 ㄴ. 판은 맨틀의 대류에 의해 이동하므로, 판을 움직이는 에너지원은 지구 내부 에너지이다.

- 05 (1) (가)는 판이 어긋나는 보존형 경계이고, (나)는 판과 판이 멀어지는 발산형 경계이며, (다)는 판과 판이 가까워지는 수렴형 경계이다.
 (2) (나) 발산형 경계에서는 새로운 해양 지각이 생성되고, (다) 수렴형 경계에서는 해양 지각이 섭입하여 소멸된다.

- 06 (1) 해양판의 발산형 경계에는 해령이 발달한다.
 (2) 발산형 경계에서는 화산 활동과 천발 지진이 활발하게 일어난다.

- 07 ㄱ, ㄴ. (가)는 충돌형 수렴 경계이고, (나)는 섭입형 수렴 경계이다. 수렴형 경계에서는 공통적으로 천발 지진이 활발하게 일어난다.

바로 알기 ㄴ. (나)에서는 판이 섭입하여 생성된 마그마가 분출하여 화산 활동이 일어나지만, (가)에서는 화산 활동이 거의 일어나지 않는다.

- 08 판이 어긋나면서 서로 반대 방향으로 이동하는 보존형(㉠) 경계에서는 변환 단층(㉡)이 발달한다.

- 09 (1) 발산형 경계—맨틀 대류가 상승하여 새로운 지각이 생성되는 곳(ㄴ)—대서양 중앙 해령(C)
 (2) 수렴형 경계—맨틀 대류가 하강하면서 두 판이 충돌하는 곳(ㄷ)—히말라야산맥(B)
 (3) 보존형 경계—인접한 두 판이 서로 어긋나며 판의 생성이나 소멸이 없는 곳(ㄱ)—산안드레아스 단층(A)

- 10 ㄱ. 화산재가 대기 중에 오래 머무르면 햇빛이 차단되어 지구의 평균 기온이 낮아진다.

ㄴ, ㄷ. 화산 쇄설물은 빠르게 흘러내려 산불이나 산사태를 일으키고, 화산 가스에 포함된 유독한 성분은 호흡기 질환이나 눈의 가려움과 같은 직접적인 피해를 입힌다.

- 11 화산 지대에 형성된 독특한 지형이나 온천은 관광 자원으로 활용되며, 지진파를 이용하여 지구 내부의 구조와 물질의 정보 및 천연가스 등의 유용한 지하자원이 매장된 지역을 알아낼 수 있다.

- 12 **바로 알기** ㄱ. 지진은 지층에 누적된 지구 내부 에너지가 갑자기 방출되면서 발생하는 현상이다.
 ㄴ. 지진은 화산 분출에 비해 발생 시기를 정확하게 예측하기 어렵다.

중단원 개념 모아
정리하기

1권 216~217쪽

- | | | |
|----------|----------|--------|
| ① 지구 시스템 | ② 액체 | ③ 액체 |
| ④ 고체 | ⑤ 기온 | ⑥ 오존층 |
| ⑦ 수온 | ⑧ 강 | ⑨ 태양 |
| ⑩ 지구 내부 | ⑪ 조력 | ⑫ 태양 |
| ⑬ 일정 | ⑭ 이산화 탄소 | ⑮ 판 경계 |
| ⑯ 암석권 | ⑰ 작다 | ⑱ 크다 |
| ⑲ 습곡 산맥 | ⑳ 변환 단층 | ㉑ 화산재 |

실력 높여 Top으로

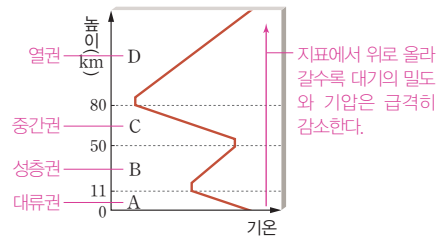
1권 218~225쪽

- | | | | | | |
|------|------|------|------|------|------|
| 01 ④ | 02 ⑤ | 03 ④ | 04 ① | 05 ② | 06 ④ |
| 07 ④ | 08 ② | 09 ⑤ | 10 ② | 11 ④ | 12 ③ |
| 13 ④ | 14 ① | 15 ③ | 16 ④ | 17 ② | 18 ③ |
| 19 ④ | 20 ⑤ | 21 ③ | 22 ③ | 23 ① | 24 ③ |
| 25 ④ | 26 ⑤ | 27 ① | 28 ④ | 29 ⑤ | 30 ② |
| 31 ④ | 32 ③ | 33 ③ | | | |

- 01 ① 지권은 지구의 겉 부분인 지각과 지구 내부를 모두 포함하는 영역이다.
 ② 기권은 온실 효과를 일으켜 생물이 살아가기에 알맞은 온도를 유지하는 역할을 한다.
 ③ 수권의 물은 비열이 매우 커서 지구의 평균 기온을 일정하게 유지하고, 해수의 순환을 통해 위도별 에너지 불균형을 해소하는 역할을 한다.
 ⑤ 외권은 지구와의 물질 교환이 거의 일어나지 않는다.
[바로 알기] ④ 태양계 행성 중 지구에만 생물권이 존재하는 이 유 중 하나는 액체 상태의 물이 있기 때문이다.
- 02 ⑤ 지각(A)과 맨틀(B)은 비교적 가벼운 규산염 물질로 이루어져 있고, 외핵(C)과 내핵(D)은 주로 무거운 철과 니켈로 이루어져 있다. 따라서 밀도 변화가 가장 급격한 곳은 B와 C의 경계이다.
[바로 알기] ① 지각(A)은 대륙 지각과 해양 지각으로 구분되는데, 대륙 지각은 해양 지각보다 두께가 두껍고 밀도가 작다.
 ② 맨틀(B)은 고체 상태이지만 유동성이 있다.
 ③ A~D 중 가장 큰 부피를 차지하는 층은 맨틀(B)이다.
 ④ 내핵(D)은 주로 철과 니켈로 이루어져 있다.

03 자료 해석하기

기권의 층상 구조



- 기권은 높이에 따른 기온 변화를 기준으로 대류권(A), 성층권(B), 중간권(C), 열권(D)의 4개 층으로 구분한다.
- 대류가 일어나는 층: A, C
- 기상 현상이 일어나는 층: A
- 오존층이 존재하는 층: B
- 낮과 밤의 기온 차이가 가장 큰 층: D

④ 열권(D)은 공기의 밀도가 매우 희박하여 낮과 밤의 기온 차이가 가장 크게 나타난다.

[바로 알기] ① 대류권(A)은 위로 올라갈수록 기온이 낮아지므로 대류가 활발하게 일어난다.

② 대류와 기상 현상이 일어나는 층은 대류권(A)이다.

③ 오존층이 존재하여 자외선을 흡수하는 층은 성층권(B)이다.

⑤ 대기는 중력에 의해 지표 부근에 더 많이 쌓여 있고 위로 올라갈수록 희박해진다. 따라서 대기의 밀도가 가장 높은 층은 대류권(A)이다.

04 ㄱ. 기권은 높이에 따른 기온 변화를 기준으로 4개의 층으로 구분된다. 따라서 (가)의 x축 값에 해당하는 A는 기온이다.

[바로 알기] ㄴ. (나)에서 오존은 주로 높이 약 20~30 km 부근에 가장 많으므로 오존은 대부분 성층권에 분포한다.

ㄷ. 성층권의 오존층에서 자외선을 흡수하기 때문에 성층권은 위로 올라갈수록 기온이 높아진다. 그 결과 지구의 층상 구조는 4개의 층으로 구분된다. 만약 오존층이 파괴되면 금성이나 화성과 같이 어느 높이까지 기온이 계속 낮아지다가 그 이상부터 기온이 높아지는 분포가 나타날 것이다. 따라서 기권의 층상 구조는 4개의 층상 구조가 2개의 층상 구조로 단순해질 것이다.

05 ㄷ. C층은 핵이다. 핵은 액체 상태인 외핵과 고체 상태인 내핵으로 구분된다.

[바로 알기] ㄱ. A층은 성층권으로 안정한 층이다. 따라서 구름이 형성되지 않는다. 구름이 형성되는 층은 대류권(B)이다.

ㄴ. 대류권(B)은 높이 올라갈수록 기온이 낮아진다.

06 ㄱ. 지구에 존재하는 물의 대부분(약 97.5 %)은 해수이며, 해

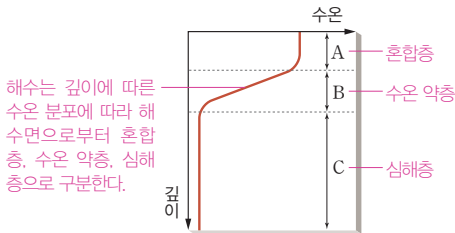
수의 순환을 통해 저위도의 남는 에너지가 고위도로 이동하여 지구 전체의 에너지 평형을 이룬다.

ㄷ. 지구 온난화에 의해 지구의 평균 기온이 상승하면 육수에서 가장 많은 양을 차지하는 빙하가 녹아 줄어들고, 해수의 양은 많아진다.

바로 알기 ㄴ. B는 육수 중 가장 많은 양을 차지하는 빙하이다. 우리가 비교적 쉽게 이용할 수 있는 물은 호수와 하천수이다.

07 자료 해석하기

해수의 층상 구조



- 혼합층: 태양 에너지에 의한 가열과 바람에 의한 혼합으로 수온이 높고 깊이에 관계없이 수온이 거의 일정한 층
- 수온 약층: 깊어질수록 수온이 급격히 낮아지는 매우 안정한 층
- 심해층: 수온이 낮고, 깊이에 따른 수온 변화가 거의 없는 층

ㄱ. 태양 에너지는 수심 약 100 m 이내에서 대부분 흡수된다. 따라서 해수에서 태양 에너지가 주로 저장되는 층은 혼합층(A)이다.

ㄷ. 심해층(C)은 위도나 계절에 따른 수온 변화가 거의 없는 층이다.

바로 알기 ㄴ. 수온 약층(B)은 깊어질수록 수온이 낮아지는 층이다. 수온 약층에서는 아래층의 해수 밀도가 크고, 위층의 해수 밀도가 작기 때문에 매우 안정하여 해수의 연직 운동이 거의 일어나지 않는다.

08 ㄴ. 지구는 태양과 적당한 거리에 떨어져 있어서 액체 상태의 물이 존재하므로, 태양계에서 유일하게 생명체가 존재하는 행성이다.

바로 알기 ㄱ. 지구 시스템에서 생물권은 지권, 기권, 수권에 걸쳐 분포한다.

ㄷ. 최초의 생명체는 바다 속에서 탄생하였으며, 생물권의 범위는 수권 → 수권과 지권 → 수권, 지권, 기권으로 확대되었다.

09 ㄱ. 생명체는 수권에서 탄생하여 점차 지권과 기권으로 공간 범위가 확장되었다. 따라서 A는 수권, B는 지권, C는 기권에 해당한다.

ㄴ. (나)에서 a층은 혼합층, b층은 수온 약층, c층은 심해층

이다. 혼합층(a)의 두께는 바람이 강할수록 두꺼워지므로, C(기권)의 영향을 크게 받는다.

ㄷ. b층(수온 약층)은 수심이 깊어질수록 수온이 낮아지는 매우 안정한 층이다. 따라서 혼합층(a)과 심해층(c) 사이의 물질 교환을 차단한다.

10 (가) 기권은 온실 효과를 일으켜 지구의 기온을 따뜻하게 유지하고, 성층권의 오존은 자외선을 차단하여 지상의 생명체를 보호하는 역할을 한다.

(나) 외권의 지구 자기장은 태양풍과 우주선이 지구로 입사되는 것을 막아주어 지구의 생명체를 보호한다.

(다) 수권의 물은 비열이 매우 커서 지구의 평균 기온을 일정하게 유지하여 지표의 온도가 급격하게 변하지 않도록 한다.

11 ㄱ. 지구 시스템에 영향을 미치는 에너지원 중 태양 에너지는 전체 에너지량의 약 99.9 %를 차지한다. 따라서 태양 에너지량은 지구 내부 에너지량보다 크다.

ㄷ. 지구 내부 에너지는 맨틀 대류를 일으켜 지진, 화산 활동, 판의 운동을 일으킨다.

바로 알기 ㄴ. 물의 순환을 일으키는 에너지원은 태양 에너지이다.

12 자료 해석하기

지구 시스템의 에너지원

에너지원	에너지량의 비율(%)	일으키는 현상
태양 에너지(A)	99.985	물과 대기의 순환, 풍화, 침식
지구 내부 에너지(B)	0.013	지각 변동
조력 에너지(C)	0.002	밀물과 썰물

- 지구 시스템에 영향을 미치는 에너지원으로 태양 에너지, 지구 내부 에너지, 조력 에너지가 있다.
- 태양 에너지가 가장 많은 양을 차지한다. → 태양 에너지 > 지구 내부 에너지 > 조력 에너지

ㄱ. A는 태양 에너지로, 물의 순환과 바람을 일으키는 주요 에너지원이다. 따라서 파도는 주로 바람에 의해 발생하므로 파도에 의한 침식 작용은 ㉠의 예가 될 수 있다.

ㄴ. B는 지각 변동을 일으키는 지구 내부 에너지이다. 지구 내부 에너지량의 크기는 태양 에너지보다 작고, 조력 에너지보다 크다. 따라서 지구 내부 에너지량(㉡)은 2.7×10^{12} 보다 크다.

바로 알기 ㄷ. C는 밀물과 썰물을 일으키는 조력 에너지이다. 지구 시스템에 영향을 미치는 에너지원은 다른 에너지원으로 전환되지 않는다.

13 가. 물의 순환은 증발과 응결 과정을 거쳐 일어난다. 따라서 물의 순환을 일으키는 주된 에너지원은 태양 에너지이다.

다. 육지에서 물의 유입량은 강수 96 단위이고, 방출량은 증발 60+바다로 유출 36=96 단위이다. 또 바다에서 물의 유입량은 강수 284+육지로부터 유입 36=320 단위이고, 방출량은 증발 320 단위이다. 따라서 육지와 바다에서 모두 물의 유입량과 방출량이 같으므로 평형을 이루고 있다.

[바로 알기] 나. 육지에서 바다로 흘러가는 물의 양 A는 36 단위이므로, 육지에서 대기로 증발하는 양 60 단위보다 적다.

14 가, 다. 곡류와 폭포는 물의 순환 과정에서 침식이나 퇴적 작용에 의해 나타나는 지표 변화의 예이다.

[바로 알기] 나. 단층은 지구 내부 에너지에 의해 지층이 상대적으로 이동하면서 만들어진다.

리. 습곡 산맥은 지구 내부 에너지에 의해 조산 운동이 일어날 때 만들어진다.

15 다. 태풍은 수권의 물이 증발하여 생성되므로 태풍의 생성은 수권과 기권의 상호 작용에 해당한다. 또 태풍은 육지와 마찰로 점차 소멸되므로, 태풍의 소멸은 지권과 기권의 상호 작용에 해당한다.

[바로 알기] 가. 태풍은 열대 해상의 따뜻한 해수에서 증발한 수증기가 강한 상승 기류를 받아 생성되므로 태풍을 일으키는 에너지원은 태양 에너지이다.

나. 해수에서 증발한 수증기가 응결하여 구름이 될 때는 에너지를 방출한다.

16 광합성에 의해 기권의 탄소가 생물권으로 이동하므로 A는 생물권, B는 기권에 해당한다.

화석 연료인 석탄은 생물의 사체가 지권에 매장되어 생성되므로 A는 생물권, C는 지권에 해당한다.

화산 활동으로 지권에서 기권으로 이산화 탄소가 포함된 화산 가스가 방출되므로 C는 지권, B는 기권에 해당한다.

17 나. 생물권에서 생물의 호흡을 통해 이산화 탄소가 기권으로 이동한다. 따라서 B는 호흡이다.

[바로 알기] 가. 인간 활동으로 화석 연료의 연소(A)가 증가하면 지권의 탄소가 기권으로 이동하는 양이 많아지지만, 지구 시스템 전체의 탄소량은 일정하다.

다. 기체의 용해도는 수온이 높을수록 낮다. 따라서 수온이 높아지면 기권에서 수권으로 이동하는 탄소의 양이 적어진다.

18 가. 황사는 건조한 지역에서 발생한 모래 먼지가 상층의 바람을 타고 우리나라로 이동해 오는 현상이다. 따라서 황사는 기권과 지권의 상호 작용인 A에 해당한다.

나. 해류는 바람에 의해 해수가 이동하면서 형성되므로 기권과 수권의 상호 작용인 B에 해당한다.

[바로 알기] 다. 지구 시스템을 이루는 하위 권역은 유기적으로 연결되어 있어서 영향을 계속 주고받는다. 따라서 C의 상호 작용은 지권과 수권에 영향을 미치고, 이로 인해 A와 B의 상호 작용에도 영향을 준다.

19 운석 충돌로 발생한 지진(㉠)은 외권의 천체에 의해 발생한 것이므로 지권과 외권의 상호 작용에 해당한다.

운석의 충돌 과정에서 발생된 먼지가 상층 대기까지 이동한 것(㉡)은 지권과 기권의 상호 작용에 해당한다.

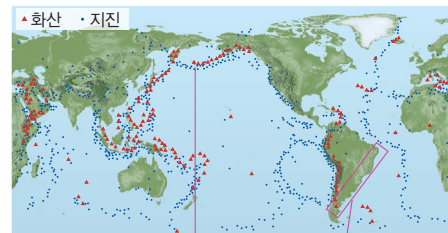
20 가. (가) 오로라는 태양에서 방출된 대전 입자가 극지방의 대기로 진입하면서 공기 분자와 충돌하여 빛을 내는 현상이다. 따라서 외권과 기권의 상호 작용에 해당한다.

나. (나) 지구 자기장은 액체 상태인 외핵의 열 대류에 의해 발생한다.

다. (나) 지구 자기장은 태양풍을 차단하여 지상의 생명체를 보호하는 역할을 한다.

21 자료 해석하기

화산대와 지진대



전 세계 화산 활동과 지진의 대부분이 대서양의 가장자리에는 지진대가 존재하지 않는다.

- 전 세계의 주요 지진대(화산대): 환태평양 지진대(화산대), 알프스-히말라야 화산대(지진대), 해령 화산대(지진대)
- 판 경계를 따라 지진과 화산 활동이 활발하게 일어난다.
- ➔ 지진대와 화산대는 좁은 띠 모양으로 나타난다.

①, ② 화산 활동과 지진은 주로 판 경계에서 발생하므로, 화산대와 지진대는 대체로 일치하며 좁은 지역에 띠 모양으로 분포한다.

④ 지진은 대륙의 중앙부보다 대륙의 주변부에서 많이 발생하는데, 그 이유는 판 경계가 주로 대륙의 가장자리 부근에 많기 때문이다.

⑤ 대서양 연안에서는 지진이나 화산 활동이 거의 일어나지 않지만, 태평양 연안에서는 활발하게 일어난다.

바로 알기 ③ 화산 활동이 일어나는 곳에서는 지진이 발생하지만, 지진이 발생하는 곳에서 반드시 화산 활동이 일어나는 것은 아니다.

22 ㄱ. A는 지각과 맨틀의 최상부를 포함한 두께 약 100 km의 암석권이다.

ㄷ. B는 암석권 아래의 깊이 약 100~400 km 구간인 연약권이다. 연약권은 고체 상태이지만 유동성이 있어서 대류가 일어난다.

바로 알기 ㄴ. ㉠은 지각과 맨틀의 경계인 모호면이다. 모호면은 해양에서 약 5 km, 대륙에서 약 35 km 깊이에 위치한다. ㉡은 암석권과 연약권의 경계이다.

23 ㄱ. (가)는 두 판이 서로 가까워지는 수렴형 경계이다. 수렴형 경계에서는 판이 소멸된다.

바로 알기 ㄴ. (나)는 두 판이 서로 멀어지는 발산형 경계이다. 발산형 경계는 맨틀 대류의 상승부에 위치하여 새로운 판이 생성된다.

ㄷ. (다)는 두 판이 서로 반대 방향으로 이동하는 보존형 경계이다. 보존형 경계에서는 천발 지진이 활발하지만, 화산 활동은 거의 일어나지 않는다.

24 ㄷ. (가)와 (나)는 모두 두 판이 가까워지는 수렴형 경계이므로 맨틀 대류의 하강부에 위치한다.

바로 알기 ㄱ. (가)에서는 밀도가 큰 해양판이 밀도가 작은 해양판 아래로 섭입하면서 해구와 호상 열도가 형성된다. (나)에서는 두 대륙판이 충돌하여 습곡 산맥이 형성된다.

ㄴ. (가)에서는 호상 열도가 형성되면서 화산 활동이 활발하지만, (나)에서는 지하에서 마그마가 잘 형성되지 않기 때문에 화산 활동이 거의 일어나지 않는다.

25 A는 호상 열도, B는 변환 단층, C는 해령, D는 해구이다.

① 호상 열도(A)는 해양판이 대륙판 아래로 섭입할 때 섭입대를 따라 생성된 마그마가 분출하여 형성된다. 따라서 해구와 나란하게 발달한다.

② 변환 단층(B)은 판이 생성되거나 소멸되지 않는 판의 보존형 경계 지형이다.

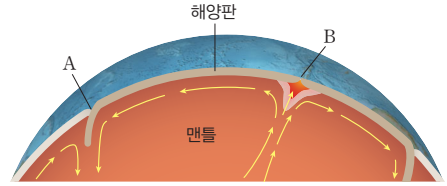
③ 변환 단층(B)과 해령(C)에서는 천발 지진이 활발하게 일어난다.

⑤ 해구(D)는 수렴형 경계 지형으로, 맨틀 대류가 하강하는 곳에 발달한다.

바로 알기 ④ 해령(C)은 마그마의 화성 활동으로 각 대양의 해저에 발달한 대규모 해저 산맥이다.

26 자료 해석하기

맨틀 대류와 판 운동



구분	A	B
판 경계 종류	수렴형 경계	발산형 경계
맨틀 대류	하강	상승
발달 지형	해구, 호상 열도, 습곡 산맥	해령
지각 변동	화산 활동, 천발~심발 지진	화산 활동, 천발 지진

ㄱ. A에는 밀도가 큰 판이 밀도가 작은 판 아래로 비스듬히 섭입하면서 해구가 형성된다. 이때 판과 판이 마찰되는 섭입대를 베니오프대라고 한다.

ㄴ. B는 두 해양판이 서로 멀어지는 발산형 경계이다. 발산형 경계에서는 해령이 형성되며, 해령의 꼭대기에는 V자 모양으로 갈라진 골짜기인 열곡이 발달해 있다.

ㄷ. 해구(A)와 해령(B)에서는 화산 활동과 지진이 활발하게 일어난다.

27 ㄱ. A-C 구간은 맨틀 대류가 상승하여 판과 판이 멀어지는 발산형 경계로, 새로운 판(지각)이 생성된다.

바로 알기 ㄴ. C-D 구간은 판과 판이 서로 반대 방향으로 어긋나는 보존형 경계로, 변환 단층이 발달한다. 변환 단층에서는 심발 지진은 일어나지 않고 천발 지진이 일어난다.

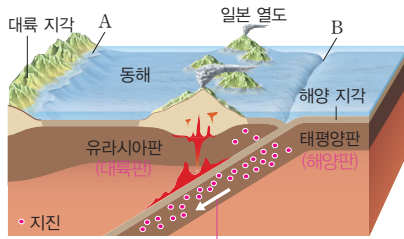
ㄷ. B-C 구간과 D-E 구간은 인접해 있는 두 판의 이동 방향이 같으므로 판 경계가 아니다.

28 ㄴ. B는 두 판이 서로 멀어지는 발산형 경계이므로, 새로운 해양 지각이 생성된다.

ㄷ. C는 두 대륙판이 서로 충돌하는 수렴형 경계로, 습곡 산맥이 형성되는 곳이다. 따라서 천발 지진뿐만 아니라 중발 지진도 발생한다. 반면 보존형 경계인 A와 발산형 경계인 B에서는 천발 지진만 발생한다. 따라서 진원의 평균 깊이는 C에서 가장 깊다.

바로 알기 ㄱ. A는 두 판이 서로 반대 방향으로 어긋나는 보존형 경계로 변환 단층이 발달한다. 변환 단층에서는 화산 활동이 거의 일어나지 않는다.

우리나라 주변의 판 경계



판이 섭입함에 따라 진원의 깊이가 점차 깊어진다.

- 판의 밀도: 섭입하는 판(태평양판)의 밀도가 더 크다.
- 진원의 깊이: 베니오프대를 따라 지진이 발생하므로 해구에서 우리나라 쪽으로 갈수록 진원의 깊이가 깊어진다.

ㄱ. B는 해양판인 태평양판이 대륙판인 유라시아판 아래로 섭입하면서 형성된 해구이다. 태평양판이 비스듬하게 섭입하면서 지진이 발생하는 깊이가 점점 깊어지므로, A에서 B로 갈수록 진원의 깊이가 대체로 얕아지는 경향이 나타난다.

ㄴ. 해구(B)와 나란하게 유라시아판에 호상 열도(일본 열도)가 발달해 있다. 따라서 호상 열도를 포함한 화산대는 해구와 나란하게 나타난다.

ㄷ. 해구(B)에서는 밀도가 큰 판이 밀도가 작은 판 아래로 섭입한다. 따라서 섭입하고 있는 태평양판이 유라시아판보다 밀도가 크다는 것을 알 수 있다.

- 30 ① A 지역에는 동아프리카 열곡대가 발달해 있다.
 ③ C 지역에는 해구(일본 해구)에 나란하게 호상 열도(일본 열도)가 발달해 있다.
 ④ D 지역은 두 판이 서로 반대 방향으로 어긋나면서 발달하는 변환 단층이므로 화산 활동이 거의 일어나지 않는다.
 ⑤ E 지역에서는 나스카판이 남아메리카판 아래로 섭입하면서 해구와 습곡 산맥이 발달하며, 대륙 쪽으로 갈수록 진원의 깊이가 깊어진다.

바로 알기 ② B 지역은 인도-오스트레일리아판과 유라시아판이 충돌하여 습곡 산맥인 히말라야산맥이 형성된 곳이다. 두 판은 모두 대륙판으로 밀도가 비슷하므로, 한 판이 다른 판 아래로 비교적 깊이 들어가지 않는다.

- 31 ㄱ. 화산 주변 지역에서는 지열을 이용하여 온수나 난방을 하고, 발전을 통해 전기를 생산한다.
 ㄷ. 화산재에는 칼륨, 나트륨, 인 등 무기질이 풍부하게 함유되어 있다. 따라서 화산재가 쌓인 곳은 오랜 시간이 지나면 토양이 비옥해져 식물이 자라기에 좋은 환경이 된다.

바로 알기 ㄴ. 화산 가스는 수증기 외에도 이산화 탄소, 이산

화 황 등의 성분을 포함하는데, 바람을 타고 이동하여 넓은 지역을 오염시키거나 산성비로 내려 생물의 성장에 해를 입힌다.

- 32 ㄱ. 해저에서 발생한 지진이나 화산 활동으로 지진 해일(쓰나미)이 발생한다.
 ㄴ. 화산재가 대기 상층에 오랫동안 머무르면서 햇빛을 차단하면 지구의 평균 기온이 낮아진다.

바로 알기 ㄷ. 화산 활동과 지진은 지구 내부 에너지가 지표로 전달되면서 발생하는 현상이다.

- 33 ㄱ. 지진파를 이용하면 지구 내부 구조와 내부 물질에 관한 정보를 알 수 있고, 석유와 천연가스 등의 지하자원이 매장된 지역을 찾을 수 있으며, 지하 구조를 파악하여 댐, 도로, 건물 등의 건설에 적합한 장소를 찾을 수 있다.

ㄷ. 지진에 의한 피해를 줄이기 위해 건물을 세울 때에는 내진 설계를 해야 한다.

바로 알기 ㄴ. 지진이 발생하면 전기가 끊길 수 있으므로 엘리베이터를 이용하지 않고 계단을 이용하여 신속하게 대피해야 한다.

차이를 만드는 통합 사고력 문제

1권 226~229쪽

- 01 모범 답안 | (1) (가) 기권의 층상 구조는 높이에 따른 기온 변화를 기준으로, (나) 해수의 층상 구조는 깊이에 따른 수온 변화를 기준으로 구분한다.
 (2) (가)에서는 B층, (나)에서는 b층이다. 그 이유는 아래층이 위층보다 온도가 낮아 밀도가 크기 때문이다.

	채점 기준	배점(%)
(1)	(가)와 (나)의 층상 구조를 구분하는 기준을 모두 옳게 설명한 경우	50
	(가)와 (나)의 층상 구조를 구분하는 기준 중 한 가지만 옳게 설명한 경우	25
(2)	(가)와 (나)에서 안정한 층을 고르고 그 이유에 대해 옳게 설명한 경우	50
	(가)와 (나) 중 한 가지만 안정한 층과 그 이유에 대해 옳게 설명한 경우	25
	(가)와 (나)에서 안정한 층이 나타나는 이유만 옳게 설명한 경우	25
	(가)와 (나)에서 안정한 층만 골라 옳게 쓴 경우	15

해설 | (1) 기권은 높이에 따른 기온 분포를 기준으로 지표면에서부터 대류권, 성층권, 중간권, 열권으로 구분할 수 있다. 수권의 해수는 깊이에 따른 수온 분포를 기준으로 해수면에서부터 혼합층, 수온 약층, 심해층으로 구분할 수 있다.

(2) 기권의 성층권에서는 높이 올라갈수록 기온이 높아진다. 따라서 아래층의 찬 공기가 위로 올라가거나 위층의 따뜻한 공기가 아래로 내려오기 어렵기 때문에 대류가 거의 일어나지 않아 안정한 층을 이루고 있다. 수권에서는 수온 약층이 같은 원리로 안정한 층을 이루고 있다.

02 모범 답안 | (1) A: 96, B: 36

(2) 물의 순환을 일으키는 에너지원은 태양 에너지이다. 수권의 물은 태양 에너지를 흡수하여 수증기가 되고, 수증기가 응결하여 구름이 될 때 에너지를 방출한다.

채점 기준		배점(%)
(1)	A와 B의 값을 모두 옳게 쓴 경우	50
	A와 B의 값 중 한 가지만 옳게 쓴 경우	25
(2)	물의 순환을 일으키는 에너지원과 물의 순환 과정에서 에너지 흐름을 모두 옳게 설명한 경우	50
	물의 순환 과정에서 에너지 흐름만 옳게 설명한 경우	25
	물의 순환을 일으키는 에너지원만 쓴 경우	15

해설 | (1) 지구 시스템에서 각 권은 물의 유입량과 유출량이 같은 평형 상태를 이루고 있다. 따라서 기권에서 물의 유입량은 육지 60+바다 320=380 단위이므로, 유출량은 육지 강수 A+바다 강수 284=380 단위에서 A=96 단위이다. 한편, 육지에 내린 강수 A는 다시 증발하거나 해수로 유출(B)되므로 96=60+B에서 B는 36 단위이다.

(2) 물은 주로 태양 에너지에 의해 증발되어 대기로 이동한다. 물이 수증기로 상태가 변할 때 숨은열(잠열)을 흡수하므로 에너지가 저장되고, 수증기가 응결하여 구름이 만들어질 때 에너지를 방출한다. 따라서 물이 순환하는 과정에서 에너지도 함께 이동하기 때문에 지구의 에너지 순환에 중요한 역할을 한다.

03 모범 답안 | (가) 과정에서 기권 → 수권, (나) 과정에서 지권 → 수권, (다) 과정에서 수권 → 기권, 수권 → 지권으로 이동하였다.

채점 기준		배점(%)
(가)~(다)를 모두 옳게 설명한 경우		100
(가)~(다) 중 두 가지만 옳게 설명한 경우		60
(가)~(다) 중 한 가지만 옳게 설명한 경우		30

해설 | (가)에서는 기권의 이산화 탄소가 빗물에 녹아 지하수에 흘러 들어갔으므로 탄소는 기권에서 수권으로 이동하였다.

(나)에서는 석회암의 주성분인 탄산 칼슘이 지하수에 녹으므로 탄소는 지권에서 수권으로 이동하였다.

(다)에서는 지하수에 녹아 있던 이산화 탄소가 대기 중으로 이동하였으므로 탄소는 수권에서 기권으로 이동하였다. 또한 지하수 속에 이온으로 존재하던 물질이 탄산 칼슘으로 침전되었으므로 탄소는 수권에서 지권으로 이동하였다.

04 모범 답안 | (1) (가)는 기권, (나)는 수권, (다)는 생물권에 의해 지권의 변화가 일어났다.

(2) (가)는 태양 에너지, (나)는 조력 에너지, (다)는 태양 에너지에 의해 일어나는 현상이다.

채점 기준		배점(%)
(1)	(가)~(다)를 모두 옳게 설명한 경우	50
	(가)~(다) 중 두 가지만 옳게 설명한 경우	30
(2)	(가)~(다)를 모두 옳게 설명한 경우	50
	(가)~(다) 중 두 가지만 옳게 설명한 경우	30

해설 | (1) (가)는 바람에 의해 모래 알갱이가 이동하면서 암석의 아래 부분을 더 많이 깎아 만들어진 버섯바위이므로, 기권에 의해 지권의 변화가 나타나는 예이다.

(나)는 밀물과 썰물에 의해 연안에서 갯벌이 형성되는 경우이므로 수권에 의해 지권의 변화가 나타나는 예이다.

(다)의 산호초는 산호에 의해 만들어진 암초이므로 생물권에 의해 지권의 변화가 나타나는 예이다.

(2) (가)의 버섯바위는 바람에 의해 형성되므로 에너지원은 태양 에너지이다. (나)의 갯벌은 밀물과 썰물에 의해 형성되므로 에너지원은 조력 에너지이다. (다)의 산호초는 생물권이 성장하는 과정에서 형성되므로 에너지원은 태양 에너지이다.

05 모범 답안 | (1) 지진이 판 경계에서 주로 발생하기 때문이다.

(2) 태평양판이 필리핀판 아래로 섭입하면서 섭입대를 따라 지진이 발생하기 때문이다.

채점 기준		배점(%)
(1)	지진이 판 경계에서 주로 발생하기 때문이라고 옳게 설명한 경우	50
	태평양판이 필리핀판 아래로 섭입하기 때문이라고 옳게 설명한 경우	50
(2)	판 경계에서 서쪽으로 베니오프대가 발달하기 때문이라고 설명한 경우에도 정답 인정	50

해설 | (1) 지진대, 화산대 등의 변동대는 거의 일치하며, 좁고 긴 띠 모양으로 분포한다. 그 이유는 판 경계에서 지진이나 화산 활동 등의 지각 변동이 활발하게 일어나기 때문이다.

(2) 상대적으로 밀도가 큰 태평양판이 밀도가 작은 필리핀판 아래로 비스듬하게 섭입할 때 판의 마찰에 의해 섭입대(베니오프 대)를 따라 지진이 발생한다.

- 06 모범 답안** | (1) A: 열곡대, B: 해구와 호상 열도, C: 변환 단층, D: 해구와 습곡 산맥, E: 해령
(2) A: 화산 활동, 천발 지진, B: 화산 활동, 천발~심발 지진, C: 천발 지진, D: 화산 활동, 천발~심발 지진, E: 화산 활동, 천발 지진

채점 기준		배점(%)
(1)	A~E를 모두 옳게 쓴 경우	50
	A~E 한 가지 당 부분 배점	10
(2)	A~E를 모두 옳게 설명한 경우	50
	A~E 한 가지 당 부분 배점	10

해설 | A는 발산형 경계인 동아프리카 열곡대, B는 수렴형 경계인 일본 해구, C는 보존형 경계인 산안드레아스 단층, D는 수렴형 경계인 칠레-페루 해구, E는 발산형 경계인 대서양 중앙 해령이다.

- 07 모범 답안** | (1) (가) 지구 내부 에너지, (나) 지구 내부 에너지
(2) (가) 지진파를 이용하여 지구 내부 구조와 내부 물질에 관한 정보를 알 수 있다. 지진파를 이용하여 석유와 천연가스 등 지하자원이 매장된 지역을 찾을 수 있다. 지진파를 이용하여 지하의 구조를 파악하여 댐, 도로, 건물 등의 건설에 적합한 장소를 찾을 수 있다. 등
(나) 화산재가 쌓인 지역은 오랜 시간이 지나면 토양이 비옥해진다. 화산 활동으로 생성된 독특한 지형이나 온천은 관광 자원으로 이용된다. 지열을 이용하여 온수나 난방을 하고, 전기를 생산하는 데 이용한다. 등

채점 기준		배점(%)
(1)	(가)와 (나)를 일으키는 에너지원을 모두 옳게 쓴 경우	50
	(가)와 (나)를 일으키는 에너지원 중 한 가지만 옳게 쓴 경우	25
(2)	(가)와 (나)를 일으킨 지권의 변화가 지구 시스템에 미치는 긍정적 영향을 모두 옳게 설명한 경우	50
	(가)와 (나) 중 한 가지만 옳게 설명한 경우	25

해설 | (1) (가)의 지진과 (나)의 화산 활동을 일으키는 에너지원은 지구 내부 에너지이다.

- 08 모범 답안** | (1) 겨울, 화산재가 주로 남동쪽으로 확산되었으므로 북서풍이 우세한 겨울철에 화산 폭발이 있었을 것이다.
(2) 환경적 피해: 화산재로 인한 미세 먼지 증가, 지구의 평균 기온 하강, 기상 이변 발생 등
사회적 피해: 범죄나 실업 증가와 같은 사회적 갈등 심화 등
경제적 피해: 항공기 운항 중단, 물류 수송 중단이나 지연, 곡물 생산량 감소, 경제 성장률 감소 등

채점 기준		배점(%)
(1)	화산이 폭발한 계절과 그 이유를 모두 옳게 설명한 경우	50
	화산이 폭발한 계절과 이유 중 한 가지만 옳게 설명한 경우	25
(2)	환경적, 사회적, 경제적 피해를 모두 옳게 설명한 경우	50
	환경적, 사회적, 경제적 피해 중 두 가지만 옳게 설명한 경우	30
	환경적, 사회적, 경제적 피해 중 한 가지만 옳게 설명한 경우	15

해설 | (1) 우리나라에서는 계절풍의 영향으로 겨울철에 북서풍이 우세하다. 제시된 자료에서 화산재의 확산 방향이 주로 남동쪽이므로 북서풍이 우세한 겨울철에 화산이 폭발했음을 알 수 있다.

(2) 화산 활동은 사회에 여러 가지 피해를 입힐 수 있다. 환경적 측면으로는 화산 가스에 의한 대기 조성 변화, 화산재로 인한 햇빛의 반사율 변화, 지구의 평균 기온 하강, 기상 이변 발생, 용암에 의한 지표 환경 변화 등이 있다. 사회적 측면으로는 인근 지역의 인구 감소로 인한 산업 활동의 변화, 사회적 갈등 심화(범죄율 증가, 빈곤층 증가 등)가 나타날 수 있다. 경제적 측면으로는 화산재로 인해 항공기 운항이 중단됨으로써 물류 수송에 이상이 생겨 경제 활동이 타격을 받을 수 있다. 그리고 곡물 생산량 감소, 식량 가격 폭등, 경제 성장률 감소 등이 나타날 수 있다.

3 세포와 생명 시스템

01 세포와 생명 시스템

탐구 확인 문제

1권 239쪽

01 ①, ②, ④ 02 (1) 증류수에 담가 둔 것은 무게가 증가하였고, 10 % 소금 용액에 담가 둔 것은 무게가 감소하였다. (2) 해설 참조

01 **[바로 알기]** ① 설탕 분자는 세포막을 통과하지 못한다.

② 양파 표피 세포를 20 % 설탕 용액에 넣으면 양파 표피 세포 내부가 설탕 용액보다 농도가 낮아 삼투에 의해 양파 표피 세포에서 설탕 용액 쪽으로 물이 빠져나간다.

④ 양파 표피 세포를 증류수에 넣으면 증류수가 양파 표피 세포보다 농도가 낮아 삼투에 의해 증류수에서 양파 표피 세포 안으로 물이 들어와 세포의 부피가 증가한다. 그 결과 세 가지 경우 중 증류수에 넣은 양파 표피 세포의 부피가 가장 크다.

02 (1) 증류수는 달걀 내부보다 농도가 낮고, 10 % 소금 용액은 달걀 내부보다 농도가 높다.

(2) **모범 답안** | 달걀을 증류수에 넣으면 증류수가 달걀 내부보다 농도가 낮아 삼투에 의해 물이 달걀 안으로 들어오고, 10 % 소금 용액에 넣으면 10 % 소금 용액이 달걀 내부보다 농도가 높아 삼투에 의해 물이 달걀 밖으로 빠져나가기 때문이다.

채점 기준	배점(%)
삼투 현상과 용액의 농도 차를 언급하여 옳게 설명한 경우	100
삼투 현상만 언급하여 옳게 설명한 경우	50

개념 확인해서 High로!

1권 242~243쪽

01 (1) A: 조직, B: 기관, C:기관계 (2) C 02 (1) B, 핵 (2) E, 미토콘드리아 (3) ㉠ B, 핵, ㉡ A, 리보솜, ㉢ C, 소포체, ㉣ D, 골지체 03 (1) C, 엽록체 (2) ㄱ, ㄴ 04 (1) A: 단백질, B: 인지질 (2) ㉠ 친수성, ㉡ 소수성 05 ㄴ 06 ㄷ 07 (1) 확산 (2) ㄱ, ㄷ 08 ㄱ, ㄴ, ㄷ 09 (1) 삼투 (2) (가)

01 (1) A는 모양과 기능이 비슷한 세포들의 모임인 조직, B는 여러 조직이 모여 고유한 형태를 갖추고 특정한 기능을 수행하는 기관, C는 공통 기능을 수행하는 기관들로 이루어진 기관계이다.

(2) 기관계는 식물체에는 없고 동물체에만 있는 구성 단계이다.

02 A는 리보솜, B는 핵, C는 소포체, D는 골지체, E는 미토콘드리아이다.

(1) 세포의 생명 활동을 조절하는 세포 소기관은 유전 물질이 있는 핵(B)이다.

(2) 유기물을 분해하여 세포의 생명 활동에 필요한 형태의 에너지를 생산하는 에너지 전환에 관여하는 세포 소기관은 미토콘드리아(E)이다.

(3) 세포에서 단백질은 ㉠ 핵 속의 유전 물질인 DNA에서 저장된 유전 정보에 따라 ㉡ 리보솜에서 합성된다. 합성된 단백질은 ㉢ 소포체를 통해 ㉣ 골지체로 이동하고 이곳에서 변형된 후 분비된다.

03 A는 핵, B는 소포체, C는 엽록체, D는 미토콘드리아, E는 액포이다.

(1) 광합성은 엽록체(C)에서 일어난다.

(2) 엽록체(C)와 미토콘드리아(D)는 막으로 싸여 있으며, 엽록체(C)는 광합성, 미토콘드리아(D)는 세포 호흡을 하여 에너지 전환에 관여한다. 물질 이동에는 소포체(B)가 관여하며, 세포의 형태 유지는 세포막과 세포벽의 기능이다.

04 세포막에서 2중층을 이루고 있는 B는 인지질이고, 군데군데 박혀 있는 A는 단백질이다. 인지질의 머리 부분 ㉠은 물과 친화력이 강한 친수성을 띠고, 꼬리 부분 ㉡은 물과 친화력이 약한 소수성을 띤다.

05 ㄴ. 세포막은 인지질 2중층에 단백질이 군데군데 박혀 있거나 파묻혀 있다.

[바로 알기] ㄱ, ㄷ. 세포막은 물질의 분자 크기뿐 아니라 다른 특성에 따라 물질을 선택적으로 투과시킨다. 예를 들어 전하를 띠는 물질은 크기가 작더라도 세포막의 인지질 2중층을 직접 통과하기 어렵고 세포막의 단백질을 통해 확산한다. 또한, 인지질이 유동성이 있어 단백질의 위치도 바뀔 수 있다.

06 ㄷ. 확산은 물질이 농도가 높은 쪽에서 낮은 쪽으로 분자 운동에 의해 스스로 농도 차에 의해 물질이 이동하는 현상이다.

[바로 알기] ㄱ, ㄴ. 일반적으로 확산은 농도 차가 클수록, 분자의 크기가 작을수록 빠르게 일어난다.

07 (1) 물질 A는 고농도에서 저농도로 인지질 2중층을 직접 통과하여 확산한다.

(2) 물질 A와 같이 인지질 2중층을 직접 통과해 확산하는 물질에는 산소, 이산화 탄소 같은 분자 크기가 매우 작은 기체 분자

와 지용성 물질 등이 있다.

- 08** ㄱ. 물질의 종류에 따라 물질을 이동시키는 단백질이 다르다.
 ㄴ. 이 물질은 농도 차에 따라 고농도에서 저농도로 확산에 의해 이동한다.
 ㄷ. 단백질을 통해 확산하는 물질에는 전하를 띠는 물질, 포도당이나 아미노산 같은 수용성 물질 등이 있다.
- 09** (1) 물은 삼투에 의해 세포막을 통해 이동한다.
 (2) 물은 세포막을 경계로 농도가 낮은 쪽에서 높은 쪽으로 삼투에 의해 이동한다. 따라서 세포를 세포 안보다 농도가 높은 용액에 넣으면 물이 세포로부터 빠져나가 (가)와 같이 세포질이 수축하고, 세포 안보다 농도가 낮은 용액에 넣으면 물이 세포 안으로 들어와 (나)와 같이 세포의 부피가 증가한다. 따라서 (가)를 넣은 설탕 용액의 농도가 (나)를 넣은 설탕 용액의 농도보다 높다.

02 물질대사를 돕는 생체 촉매

탐구 확인 문제

1권 249쪽

- 01** ③, ⑤, ⑥ **02** (1) C, 과산화 수소수의 농도가 높고, 효소가 있기 때문이다. (2) 기포가 다시 발생한다. 반응이 끝나더라도 감자즙의 효소는 변화 없이 남아 있기 때문이다.
- 01** ③ 간을 익히면 간 속의 카탈레이스가 구조가 변하여 효소로서의 기능을 잃으므로 기포가 발생하지 않는다.
 ⑤ 시험관 B, C에서 기포 발생이 멈춘 것은 과산화 수소가 모두 산소와 물로 분해되었기 때문이다. 그러나 생간과 감자 속의 카탈레이스는 반응 후에도 변화 없이 남아 있으므로 시험관 B, C에 과산화 수소수를 더 넣으면 다시 기포가 발생한다.
 ⑥ 향불은 산소의 유무를 확인하기 위한 것이므로 향불을 시험관에 넣을 때에는 불씨가 과산화 수소수에 잠기지 않도록 주의해야 한다.
- 02** (1) 감자즙 속에는 카탈레이스가 들어 있어서 B와 C에서는 카탈레이스에 의해 과산화 수소가 빠르게 분해되면서 산소가 발생하여 고무풍선이 부풀어 오른다. C는 과산화 수소수의 농도가 5%로 B보다 높고, 감자즙을 넣어서 카탈레이스가 있으므로 과산화 수소의 분해가 활발하게 일어나 단위 시간당 발생하는 산소의 양이 가장 많으므로 풍선이 가장 먼저 부풀어 오른다.

(2) B에는 감자즙 속의 카탈레이스가 남아 있으므로 과산화 수소수를 더 넣으면 과산화 수소가 분해되어 산소 기포가 발생한다.

개념 확인해서 High!

1권 252-253쪽

- 01** (1) 활성화 에너지 (2) 촉매 **02** (1) ㉠ (2) ㄱ, ㄷ **03** ㄱ, ㄴ, ㄷ **04** (1) ㄱ, ㄷ, ㄹ, ㅁ (2) ㄴ, ㄷ, ㅁ **05** 효소 **06** (1) B (2) A-B **07** B **08** ㄱ, ㄴ **09** 산소, 카탈레이스 **10** ㄱ, ㄴ, ㄷ **11** ㄱ, ㄷ

- 01** (1) 화학 반응이 일어나기 위해서 필요한 최소한의 에너지를 활성화 에너지라고 한다. 활성화 에너지가 작을수록 반응이 빠르게 일어난다.
 (2) 화학 반응에서 소모되거나 변하지 않고 반응 속도를 빠르게 하거나 느리게 하는 물질을 촉매라고 한다.
- 02** (1) 활성화 에너지는 반응이 일어나는 데 필요한 최소한의 에너지이므로, 반응물이 넘어야 하는 에너지 장벽의 높이 ㉠에 해당한다.
 (2) 생성물의 에너지가 반응물의 에너지보다 작으므로 에너지가 방출되는 발열 반응인 이화 작용이므로, 소화나 세포 호흡 등이 해당한다. 광합성은 동화 작용이다. ㉡은 반응물과 생성물의 에너지 차이인 반응열이다.
- 03** 생명체 내에서 일어나는 화학 반응은 비교적 저온에서 생체 촉매의 작용으로 에너지를 소량씩 흡수하거나 방출하면서 반응이 진행된다는 특징이 있다. 생명체 밖에서 일어나는 화학 반응은 고온에서 반응이 한 번에 일어나면서 한꺼번에 다량의 에너지를 흡수하거나 방출한다.
- 04** (1) (가)는 아미노산이 결합하여 크고 복잡한 물질인 단백질이 합성되는 동화 작용이며, 이 과정에서 에너지가 흡수된다.
 (2) (나)는 포도당이 이산화 탄소와 물로 분해되는 이화 작용이며, 이 과정에서 에너지가 방출된다.
- 05** 효소는 주성분이 단백질이며, 생명체 내에서 활성화 에너지를 낮추어 화학 반응을 촉진하므로 생체 촉매라고도 한다.
- 06** (1) 효소는 활성화 에너지를 낮추므로 효소가 없을 때의 활성화 에너지는 A, 효소가 있을 때의 활성화 에너지는 B이다.
 (2) 효소의 작용으로 감소한 활성화 에너지의 양은 A-B로 나타낼 수 있다.

- 07** 효소는 생체 촉매로서 반응 전후에 변하거나 소모되지 않으므로 B이다. A는 반응물, C는 효소와 반응물이 결합한 상태, D는 생성물이다.
- 08** 효소는 반응 전후에 변하지 않으므로 생성물과 분리된 후 새로운 반응물과 결합하여 반응을 촉매할 수 있고, 특정한 물질에만 작용하는 특이성이 있다. 효소가 특정한 물질에만 특이적으로 작용하는 이유는 효소마다 독특한 입체 구조를 가지고 있어서 그 구조에 들어맞는 물질하고만 결합할 수 있기 때문이다.
- 09** 과산화 수소는 물과 산소로 분해되므로 시험관에서 발생한 기포의 성분은 산소이며, 간에 들어 있는 과산화 수소 분해 효소는 카탈레이스이다.
- 10** 근육 단백질의 합성, 암모니아의 요소로의 전환, 엿당의 포도당으로의 분해와 같은 생명체 내에서 일어나는 화학 반응에는 대부분 효소가 관여한다.
- 11** 산업 현장에서 효소를 사용하면 촉매 작용으로 반응 시간을 단축하고, 상대적으로 저온·저압 조건에서 반응을 진행시킬 수 있어 안전하다. 또, 유해한 중간 산물이 생기지 않아 친환경적이다.

03 세포 내 정보의 흐름

개념 확인해서 **High**로!

1권 262~263쪽

- 01** A: 염색체, B: DNA, C: 유전자 **02** ㄱ, ㄴ **03** ㄱ, ㄷ
04 (1) ㉠ 전사, ㉡ 번역 (2) ㉠ 핵, ㉡ 리보솜 **05** (1) 코돈
 (2) GGC (3) 아미노산 **06** (1) ACC AAA CCG AGT
 (2) 4개 **07** 코돈 **08** 유전 암호 체계 **09** 염기 서열
10 ㄱ, ㄴ, ㄷ **11** (1) (가) 전사 (나) 번역 (2) 유전자 이상

- 01** A는 세포 분열 시 응축되어 막대 모양으로 나타난 염색체이다. B는 염색체를 구성하는 DNA이고, C는 유전 정보가 저장되어 있는 DNA 특정 부분의 염기 서열인 유전자이다.
- 02** 유전자는 DNA에 있는 특정 부분의 염기 서열이다. DNA 1분자에는 많은 수의 유전자가 있다.
- 03** 단백질의 종류는 아미노산 서열에 의해 결정되며, 아미노산 서열은 유전자의 유전 정보에 의해 결정된다. 따라서 유전자의 유전 정보는 단백질을 통해 형질로 발현된다.

- 04** (1) DNA의 유전 정보가 RNA로 전달되는 ㉠은 전사이고, RNA의 유전 정보에 따라 아미노산이 결합하여 단백질이 합성되는 ㉡은 번역이다.
 (2) 동물 세포에서 ㉠ 전사는 DNA가 있는 핵 속에서 일어나며, ㉡ 번역은 단백질 합성 장소인 세포질의 리보솜에서 일어난다.
- 05** (1) RNA에서 3개의 염기로 이루어진 유전 암호를 코돈이라고 한다.
 (2) RNA의 ㉠ 부분은 DNA의 염기 CCG에 상보적인 GGC이다.
 (3) (나)는 코돈에 의해 지정되는 아미노산이다.
- 06** (1) 전사된 RNA의 염기 서열은 DNA 가닥의 염기 서열에 상보적이다. 따라서 DNA 가닥의 염기 서열은 ACC AAA CCG AGT이다.
 (2) RNA에서 하나의 아미노산을 지정하는 코돈은 연속한 3개의 염기로 구성되며, 중복되어 번역되지 않는다. 따라서 12개의 염기로 구성된 RNA로부터 합성되는 단백질을 구성하는 아미노산 수는 최대 $12 \div 3 = 4$ 개이다.
- 07** RNA에서 하나의 아미노산을 지정하는 3개의 염기 조합을 코돈이라고 한다. 코돈은 $4^3 = 64$ 종류가 있다.
- 08** DNA를 구성하는 단위체는 뉴클레오타이드이며, 4종류가 있다. 생명체의 유전 정보는 DNA의 염기 서열에 저장되며, 아미노산 서열에 대한 정보를 암호화하여 저장하고 있다. 이 유전 암호 체계는 거의 모든 생명체에 공통적이므로 사람의 코돈은 대장균에서도 동일하게 번역된다.
- 09** 유전자 이상은 DNA의 염기 서열에 이상이 생겨서 유전자의 기능에 이상이 생긴 경우이다.
- 10** 유전자 이상은 X선이나 감마선 같은 방사선, 자외선, 타르와 같은 화학 물질 등에 의해 발생할 수 있다. 가시광선은 유전자 이상을 일으키는 유발원이라고 할 수 없다.
- 11** (1) (가)는 DNA의 유전 정보가 RNA로 전달되므로 전사이다. (나)는 RNA의 코돈에 따라 지정된 아미노산이 연결되므로 번역이다.
 (2) 낫 모양 적혈구 빈혈증은 헤모글로빈 단백질 유전자의 염기 1개가 바뀐 것이 원인이다. 그에 따라 지정하는 아미노산이 바뀌어 헤모글로빈의 성질이 바뀐 비정상 헤모글로빈이 서로 달라붙어 낫 모양 적혈구가 된 것이다.

- | | | |
|-------|-----------|----------|
| ① 세포 | ② 핵 | ③ 리보솜 |
| ④ 인지질 | ⑤ 선택적 투과성 | ⑥ 단백질 |
| ⑦ 삼투 | ⑧ 활성화 에너지 | ⑨ 물질대사 |
| ⑩ 효소 | ⑪ 기질 특이성 | ⑫ 유전자 |
| ⑬ 전사 | ⑭ 번역 | ⑮ 3염기 조합 |
| ⑯ 코돈 | ⑰ 단백질 | |

실력 높여 Top으로!

- 01 ④ 02 ⑤ 03 ⑤ 04 (가) D, 엽록체 (나) A, 미토콘드리아 05 ⑤ 06 ③ 07 ③ 08 ④ 09 확산 10 (가) 산소, 이산화 탄소 등 (나) 이온, 포도당, 아미노산 등 11 ③ 12 ④ 13 ③ 14 ⑤ 15 ③ 16 ⑤ 17 ③ 18 A 19 ⑤ 20 물질대사 21 ④ 22 ④ 23 ③ 24 ⑤ 25 ② 26 ① 27 ⑤ 28 ② 29 ④ 30 ③ 31 ④ 32 ④ 33 ACA 34 ④ 35 ③ 36 ② 37 ㉠ 염기 서열, ㉡ RNA, ㉢ 아미노산

01 A는 모양과 기능이 비슷한 세포들의 모임인 조직이고, B는 여러 조직이 모여 특정한 형태와 기능을 갖는 기관이다. 폐와 심장은 기관의 단계에 속한다. C는 공통된 기능을 하는 여러 기관으로 이루어진 기관계이다.

바로 알기 ④ B는 생명체를 구성하는 구조적 단위에 해당하며 생명 활동이 일어나는 기능적 단위는 세포이다.

02 유전 정보를 저장하고 있는 ㉠은 DNA이고, 효소의 주성분인 ㉡은 단백질이며, ㉢은 인지질이다. 세포 소기관 A는 리보솜, B는 핵, C는 세포막이다.

⑤ 단백질(㉡)과 인지질(㉢)은 세포막(C)의 주성분이다.

바로 알기 ① DNA(㉠)는 핵(B)에 들어 있다.

② 단백질(㉡)의 아미노산 배열 순서에 대한 정보는 DNA(㉠)에 염기 서열의 형태로 저장되어 있다.

③ 단백질(㉡)은 리보솜(A)에서 합성된다.

④ 단백질(㉡)은 아미노산의 펩타이드 결합으로 형성되고, 타이민(T)은 DNA(㉠)를 구성하는 염기이다.

03 ㄱ. A는 핵이며, 핵 속에는 유전 물질인 DNA가 있어 핵은 세포의 생명 활동을 조절한다.

ㄴ. B는 막이 없는 알갱이 모양의 리보솜이며, 단백질 합성 장소이다.

ㄷ. C는 소포체로, 리보솜에서 만든 단백질을 다른 부위로 운반하는 통로이다.

04 A는 미토콘드리아, B는 소포체, C는 골지체, D는 엽록체, E는 세포벽, F는 세포막이다.

(가)는 빛에너지를 흡수하여 이산화 탄소와 물로부터 포도당을 합성하는 광합성이며, 이것은 엽록체(D)에서 일어난다. (나)는 포도당과 같은 유기물을 산소를 이용하여 산화시켜 세포의 생명 활동에 필요한 에너지로 전환하는 세포 호흡이며, 미토콘드리아에서 일어난다.

05 ① 미토콘드리아(A)와 세포막(F)은 동물 세포와 식물 세포에 공통적으로 있다.

② 소포체(B)는 세포 내의 물질 이동 통로이다.

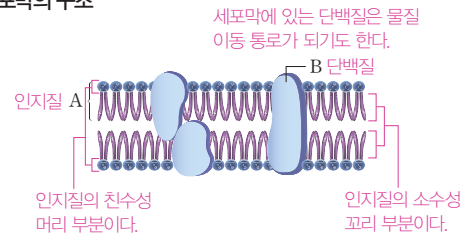
③ 골지체(C)는 소포체로부터 운반된 단백질을 변형시켜 막으로 싸서 세포 안팎으로 분비한다.

④ 엽록체(D)는 2겹의 막으로 싸여 있다.

바로 알기 ⑤ 세포벽(E)은 세포막 바깥에 있는 단단한 구조물로, 세포의 모양을 유지하고 세포 내부를 보호한다. 세포 안팎으로의 물질 출입을 조절하는 기능은 세포막(F)에서 담당한다.

06 자료 해석하기

세포막의 구조



A는 2중층을 이루고 있는 인지질이며, B는 단백질이다. 단백질은 단위체인 아미노산이 펩타이드 결합으로 연결되어 만들어지며, 막에서 위치가 고정되어 있지 않고 인지질의 움직임에 따라 움직이는 유동성이 있다.

바로 알기 ③ 세포 안팎은 물이 풍부하므로 인지질의 친수성 부분은 바깥쪽으로 향하여 배열되어 있고, 소수성 부분끼리 안쪽으로 서로 마주 보고 모여 있다.

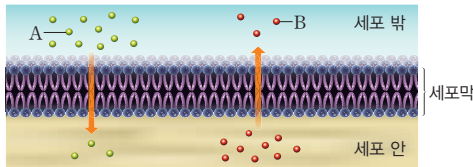
07 ㄱ. 세포막에 군데군데 박혀 있으며, 물질의 이동 통로가 되기도 하는 A는 단백질이다.

ㄴ. 물질 이동에 관여하는 단백질은 특정 물질만을 투과시키는 선택적 투과성이 있다.

[바로 알기] ㄷ. 산소, 이산화 탄소와 같은 기체는 세포막의 인지질 2중층을 직접 통과하여 이동한다. ㉠과 같이 단백질을 통해 이동하는 물질은 이온과 같이 전하를 띠는 물질이나, 포도당과 아미노산 같이 비교적 분자의 크기가 큰 물질이다.

08 자료 해석하기

세포막을 통한 물질의 이동



- A의 농도: 세포 안 < 세포 밖
A의 확산 방향: 세포 안 ← 세포 밖
- B의 농도: 세포 안 > 세포 밖
B의 확산 방향: 세포 안 → 세포 밖
- 두 가지 이상의 물질이 섞여 있을 때, 각 물질은 농도가 높은 쪽에서 낮은 쪽으로 다른 물질의 영향을 받지 않고 독립적으로 확산한다.

ㄱ. A는 세포 밖에서 안으로 인지질 2중층을 직접 통과하여 확산한다. 따라서 A의 농도는 세포 밖이 세포 안보다 높다.

ㄷ. B는 인지질 2중층을 통해 세포 안에서 세포 밖으로 확산하는데, 세포 안의 농도가 증가하면 확산 속도가 빨라진다. 확산은 분자의 크기가 작을수록, 온도가 높을수록, 농도 차이가 클수록 빠르게 일어난다.

[바로 알기] ㄴ. A와 B는 세포막을 경계로 농도가 높은 쪽에서 낮은 쪽으로 확산한다. 따라서 A와 B의 이동 원리는 같다.

09 분자가 스스로 운동하여 농도가 높은 쪽에서 낮은 쪽으로 이동하는 현상을 확산이라고 한다.

10 (가)는 세포막의 인지질 2중층을 통해 확산하는 것으로 산소와 이산화 탄소 같은 분자의 크기가 작은 기체, 지용성 물질의 이동 방식이다. (나)는 세포막의 단백질을 통해 확산하는 것으로 이온과 같이 전하를 띤 물질, 포도당이나 아미노산 같이 비교적 분자의 크기가 큰 물질의 이동 방식이다.

11 분자 크기가 매우 작은 물질은 세포막의 인지질 2중층을 직접 이동하며, 분자 크기가 작을수록 잘 이동한다. 지용성 물질도 인지질 2중층을 직접 이동한다. 전하를 띤 물질이나 수용성 물질은 세포막의 단백질을 통해 이동한다. 물은 세포막을 경계로 용질 농도가 낮은 쪽에서 높은 쪽으로 삼투에 의해 이동한다.

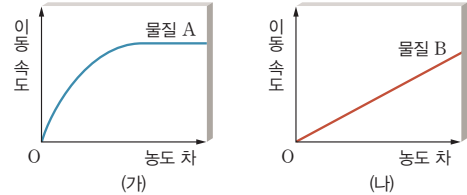
[바로 알기] ㉢ 전하를 띤 물질은 세포막의 특정 단백질을 통해 투과한다.

12 폐포에서의 기체 교환은 세포막의 인지질 2중층을 통한 확산으로 일어난다. 지질 성분의 호르몬 흡수나 조식 세포의 기체 교환도 같은 방식으로 일어난다.

[바로 알기] ㄴ. 신경 세포에서 전하를 띤 Na^+ 이 세포 밖에서 안으로 이동할 때에는 Na^+ 이 세포막의 단백질을 통해 확산한다.

13 자료 해석하기

농도 차에 따른 물질의 이동 속도



A는 세포 안팎의 농도 차이가 일정 수준이 될 때까지만 이동 속도가 증가하므로 단백질을 통해 확산한다. B는 세포 안팎의 농도 차에 비례하여 이동 속도가 증가하므로 인지질 2중층을 통해 확산한다.

ㄱ. A는 일정 수준의 농도 차 이상에서는 이동 속도가 증가하지 않으므로 단백질을 통한 확산이다.

ㄷ. 산소(O_2)와 같은 기체 분자는 인지질 2중층을 직접 통과하므로 농도 차와 비례하여 이동 속도가 증가하는 B와 같은 방식으로 이동한다.

[바로 알기] ㄴ. A와 B는 농도 차에 따라 확산한다. 그래프 가로축의 농도 차이가 [세포 밖 농도] - [세포 안 농도]로 제시되어 있으므로 A와 B 모두 농도가 높은 세포 밖에서 농도가 낮은 세포 안으로 확산한다.

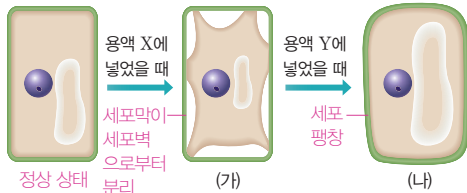
14 적혈구를 용액 X에 넣었을 때 적혈구가 쪼그러들었으므로 삼투에 의해 적혈구로부터 물이 빠져나갔음을 알 수 있다. 따라서 용액 X의 농도는 적혈구 안보다 높다.

15 ㄷ. 세포막을 경계로 물은 농도가 낮은 쪽에서 높은 쪽으로 삼투에 의해 이동한다. 시험관 Ⅲ의 NaCl 용액의 농도가 가장 높으므로 시험관 Ⅲ에 넣은 적혈구는 세포에서 물이 많이 빠져나가 쪼그러든 A이다.

[바로 알기] ㄱ. 시험관 I에는 농도가 가장 낮은 용액이 들어 있으므로 적혈구 안으로 물이 많이 들어와 적혈구의 부피가 증가하므로, 시험관 I에서 관찰된 적혈구의 모습은 C이다.

ㄴ. A~C가 시험관 I~Ⅲ 중 하나에서 관찰된 것이므로 시험관 Ⅱ에서 관찰된 적혈구의 모습은 B이다. B는 적혈구의 모습이 변하지 않았는데, 이것은 물 분자의 이동이 없어서가 아니라 세포막 안팎으로 이동한 물의 양이 같기 때문이다.

16 자료 해석하기



용액의 농도에 따른 세포의 부피 변화

- (가): 세포질의 부피가 감소하였다. → 삼투에 의해 물이 세포 밖으로 나갔다. → 용액 X의 농도가 세포 안보다 높다.
- (나): 세포의 부피가 증가하였다. → 삼투에 의해 물이 세포 안으로 들어왔다. → 용액 Y의 농도가 세포 안보다 낮다.

① 용액 X에 넣었을 때에는 세포에서 물이 빠져나갔고, 용액 Y에 넣었을 때에는 세포로 물이 들어왔다. 따라서 용액의 농도는 X가 Y보다 높다.

② (가)에서는 세포에서 물이 빠져나가 세포질이 수축하면서 세포막이 세포벽으로부터 분리되었다(원형질 분리).

③ 세포 안의 농도는 물이 많이 빠져나간 (가)에서 (나)에서보다 높다.

④ 액포는 물을 저장하여 세포 안의 농도를 조절한다. (가)에서는 세포에서 물이 빠져나가 세포 안의 농도가 높아짐에 따라 액포에서 세포질로 물이 이동하여 액포의 크기가 줄어들고, (나)에서는 세포로 들어온 물의 일부가 액포에 저장되어 액포의 크기가 커진다.

바로 알기 ⑤ 세포를 용액 Y에 넣었을 때 물이 용액 Y에서 세포 안으로 들어와 세포의 부피가 증가하였다.

17 화학 반응은 원자의 결합이 바뀌어 반응물과는 다른 생성물이 생기는 것으로, 활성화 에너지 이상의 에너지가 있을 때 반응이 일어난다. 정촉매는 활성화 에너지를 낮추어 반응이 빠르게 일어나도록 하고, 부촉매는 활성화 에너지를 높여 반응이 느리게 일어나도록 한다.

바로 알기 ③ 반응열은 반응물과 생성물의 에너지 차이이므로 촉매의 유무에 관계없이 일정하다.

18 활성화 에너지는 반응물이 반응을 하기 위해 필요한 최소한의 에너지로, 반응물이 넘어야 할 에너지 언덕 A에 해당한다.

19 ㄱ. 생성물의 에너지가 반응물의 에너지보다 크므로 반응이 일어날 때 에너지를 흡수하는 흡열 반응이다.

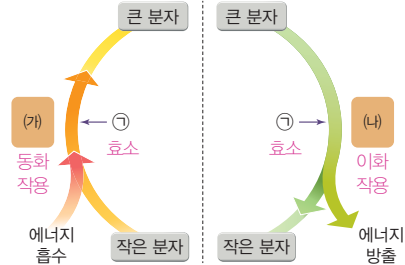
ㄴ. 촉매는 활성화 에너지의 크기에만 영향을 준다. 따라서 촉매가 있더라도 반응열은 변하지 않는다.

ㄷ. 이 반응은 동화 작용이므로 단백질 합성은 이 반응의 예에 해당한다.

20 생명체 내에서 일어나는 모든 화학 반응을 물질대사라고 한다. 물질대사가 원활하게 일어나는 것은 효소가 있기 때문이다.

21 자료 해석하기

물질대사의 구분



- (가) 작은 분자 → 큰 분자: 동화 작용 → 에너지 흡수(흡열 반응)
- (나) 큰 분자 → 작은 분자: 이화 작용 → 에너지 방출(발열 반응)
- ㉠ 효소: 물질대사에 관여하는 생체 촉매

ㄴ. ㉠은 물질대사를 촉진하는 생체 촉매인 효소이다.

ㄷ. 작은 분자가 큰 분자로 되는 반응에서는 에너지가 흡수되므로 물질에 저장된 에너지량은 큰 분자가 작은 분자보다 많다.

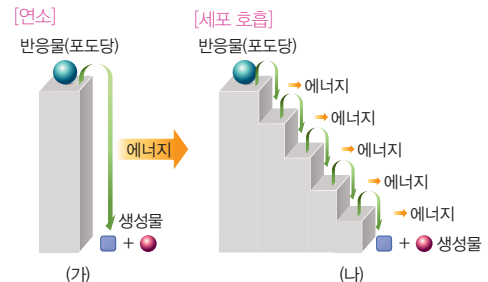
바로 알기 ㄱ. (가)는 동화 작용이고, (나)는 이화 작용이다.

22 (나) 이화 작용의 예로는 녹말이 엿당으로 분해되는 소화, 포도당이 이산화 탄소와 물로 분해되며 세포의 생명 활동에서 사용하는 형태의 에너지를 생산하는 세포 호흡 등이 있다.

바로 알기 ㄷ. 아미노산의 결합으로 단백질이 합성되는 반응은 동화 작용이다.

23 자료 해석하기

연소와 세포 호흡 비교



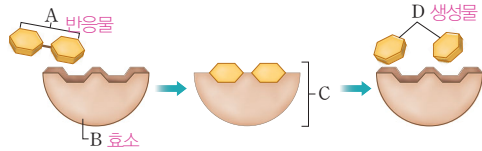
- 고온에서 일어남
- 촉매 불필요
- 한 번에 반응 진행
- 에너지를 한꺼번에 다량 방출(화학 에너지 → 빛, 열)
- 체온 정도의 저온에서 일어남
- 촉매(효소) 필요
- 단계적으로 반응 진행
- 에너지를 여러 단계에 걸쳐 소량씩 방출(화학 에너지 → 화학 에너지, 열)

(가)는 연소이고, (나)는 세포 호흡이다.

바로 알기 ③ 반응물과 최종 생성물이 같으면 반응물과 생성물의 에너지 차이인 반응열이 같다. 따라서 연소와 세포 호흡 결과 방출되는 에너지의 총량은 같다.

24 자료 해석하기

효소의 작용



- A는 반응 후 D로 분해되므로 A는 반응물, D는 생성물이다.
- B는 반응 전후에 변하지 않으므로 생체 촉매인 효소이다.
- C는 효소와 반응물이 결합한 상태로, 결합 결과 활성화 에너지가 낮아진다.

반응물인 A가 분해되어 생성물 D로 되는 반응이며, 효소 B의 주성분은 단백질이다. 효소는 반응물과 결합한 C 상태에서 활성화 에너지를 낮춘다.

25 ① A는 생성물이고, B는 반응물이다.

③ B가 더 작은 분자로 분해되므로 이 효소는 이화 작용에 관여한다.

④ 이 반응은 반응물의 에너지가 생성물의 에너지보다 커서 반응이 진행되면 반응열(①)만큼의 에너지가 방출되는 발열 반응이다.

⑤ 효소는 반응물과 결합하여 반응을 촉진하므로 C의 효소와 반응물이 결합한 생성 빈도가 높을수록 반응 속도가 빠르다.

바로 알기 ② ①은 반응물과 생성물의 에너지 차이인 반응열이다. 효소의 유무에 관계없이 반응열의 크기는 변하지 않는다.

26 자료 해석하기

카탈레이스의 작용



ㄱ. 시험관 A에서 과산화 수소 분해를 촉진하는 카탈레이스의 작용이 가장 활발하므로 기포 발생량이 가장 많다.

바로 알기 ㄴ. 카탈레이스의 주성분은 단백질이므로 간을 삶으면 카탈레이스가 변성되어 시험관 B에서는 과산화 수소 분해를 촉진하지 못한다.

ㄷ. 시험관 C의 증류수는 과산화 수소의 농도를 묽게 하지만, 과산화 수소의 분해를 방해하지는 않는다.

27 ㄱ. 반응물의 농도가 같을 때 초기 반응 속도는 A가 B보다 빠르므로 효소의 농도는 $A > B$ 이다.

ㄴ. 초기 반응 속도는 효소와 반응물이 결합한 ㉠의 생성 빈도에 비례한다. 따라서 S_1 에서 ㉠의 양은 $A > B$ 이다.

ㄷ. S_1 에서 효소의 농도가 B일 때에는 초기 반응 속도가 최대에 이르렀으므로 효소가 모두 반응물과 결합하여 포화 상태에 이르렀다. 그러나 효소의 농도가 A일 때는 초기 반응 속도가 아직 최대에 이르지 않았으므로 효소 중에는 반응물과 결합하지 않은 것이 있다. 따라서 $\frac{\text{반응물과 결합한 효소의 수}}{\text{전체 효소의 수}}$ 의 값은 $A < B$ 이다.

28 ㄷ. A~C에서 같은 효소를 이용한 반응이므로, 반응물의 농도에 관계없이 효소 반응의 활성화 에너지 크기는 같다.

바로 알기 ㄱ. A 상태일 때 반응물과 결합하지 않은 효소가 있으므로 반응물을 첨가하면 반응 속도가 증가한다.

ㄴ. B 상태일 때 모든 효소가 반응물과 결합한 상태이므로 반응물 농도가 높아지더라도 반응 속도는 더 이상 증가하지 않고 일정하게 유지된다.

29 (가)는 키위에 들어 있는 단백질 분해 효소를 이용한 것이다.

(나)의 요 검사지에는 포도당 산화 효소가 있어 혈액 속의 포도당 양을 간접적으로 알 수 있다.

(다)의 효소 세제에는 때의 주성분인 단백질과 지방의 분해 효소가 들어 있어 세제의 세척력을 높인다.

따라서 (가)~(다) 모두 효소가 관여하는 반응이다.

바로 알기 ㄴ. 요 검사지를 이용하면 오줌 속에 포도당이 있는지를 확인할 수 있다.

30 ㄷ. 생물이 가진 DNA의 유전 정보에 따라 단백질이 합성되고 이 단백질이 고유한 기능을 수행함으로써 형질이 발현된다.

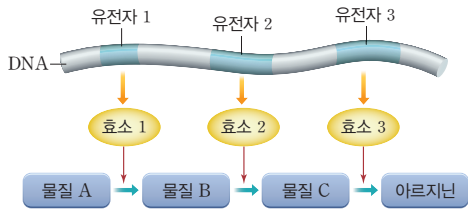
바로 알기 ㄱ. ㉠은 DNA로부터 전사되어 만들어지는 RNA이다.

ㄴ. (가) 과정은 번역이다. 전사는 DNA가 있는 핵에서 일어나고, 번역은 세포질에 있는 리보솜에서 일어난다.

31

자료 해석하기

유전 정보의 흐름



- 유전자에는 효소에 대한 정보가 저장되어 있다.
- 효소 1은 물질 A가 물질 B로 전환되는 반응을 촉매하고, 효소 2는 물질 B가 물질 C로 전환되는 반응을 촉매한다.
- 유전자 1은 전사와 번역 과정을 거쳐 효소 1의 합성에 관여한다. 유전자 1에는 효소 1의 주성분인 단백질의 아미노산 서열에 대한 정보가 저장되어 있다.
- 유전자 3에 이상이 생기면 효소 3이 정상적으로 합성되지 않아 물질 C가 아르지닌으로 전환되지 못한다.

[바로 알기] ④ 유전자 2에 이상이 생기면 정상적인 효소 2가 생성되지 않는다. 그 결과 물질 B가 물질 C로 전환되지 못하므로 물질 B가 축적된다.

32 ㄴ. 눈동자 색 유전자는 멜라닌 합성 효소의 양에 대한 정보를 저장하고 있고, 이 효소가 기능을 함으로써 서로 다른 양의 멜라닌 합성 효소가 생성되어 눈동자 색이 달라진다. 따라서 유전자의 유전 정보는 단백질 합성을 통해 형질로 나타난다.

ㄷ. 유전자는 염기 서열의 형태로 정보를 저장하고 있으므로 갈색 눈동자 유전자와 파란색 눈동자 유전자는 염기 서열이 서로 다르다.

[바로 알기] ㄱ. 눈동자 색 유전자가 다르면 멜라닌 합성 효소의 생성량이 다르고 그에 따라 합성되는 색소의 양이 달라서 눈동자 색이 다르게 보인다. 즉, 눈동자 색 유전자가 달라도 합성되는 색소의 종류는 같지만 색소의 생성량이 달라 눈동자 색이 달라지는 것이다.

33 (가)의 염기 서열은 DNA의 TGT에 상보적인 염기 서열인 ACA이다.

34 ①, ② ㉠은 DNA로부터 전사되어 만들어진 RNA이다.

③ RNA에서 연속된 3개의 염기가 한 조가 되어 하나의 아미노산을 지정하는 코돈이 된다. 따라서 아미노산 1을 지정하는 코돈은 AUG이다.

⑤ 단백질의 아미노산 서열은 DNA의 염기 서열에 의해 결정된다.

[바로 알기] ④ 아미노산 3을 지정하는 코돈은 UUG이고, 이를 전사한 DNA의 3염기 조합은 이에 상보적인 염기 서열인 AAC이다.

35

자료 해석하기

전사 과정

- 사슬 ㉠에는 타이민(T)이 있다. → DNA
- 사슬 ㉡에는 유라실(U)이 있다. → RNA
- DNA의 유전 정보가 RNA로 전달되는 전사 과정을 나타낸 것이다. 이때 DNA의 염기에 상보적인 염기를 가진 폴리뉴클레오타이드가 결합하여 RNA를 생성하므로, 합성된 RNA는 DNA에 상보적인 염기 서열을 가진다.



사슬 ㉠은 염기 타이민(T)을 가지므로 DNA의 한쪽 가닥이고, 사슬 ㉡이 염기 유라실(U)을 가지므로 RNA이다. 그림은 DNA로부터 RNA가 합성되는 전사 과정을 나타낸 것이다.

ㄱ. 동물 세포에서 DNA는 핵 속에 있으므로 전사는 핵 속에서 일어난다.

ㄴ. DNA 한쪽 가닥을 주형으로 하여 RNA가 합성되므로 사슬 ㉠으로부터 사슬 ㉡이 합성되고 있는 중이다.

[바로 알기] ㄷ. 합성된 RNA(사슬 ㉡)는 DNA로부터 떨어져 나와 세포질로 이동한다.

36 ㄱ. 1번 아미노산을 지정하는 코돈과 4번 아미노산을 지정하는 코돈은 UUU로 같다.

ㄴ. ㉠ 부분의 DNA 염기가 A로 바뀌면 두 번째 코돈이 GUC로 바뀌고, 이것은 다섯 번째 코돈과 같으므로 2번 아미노산이 5번 아미노산과 같은 종류로 바뀐다.

[바로 알기] ㄷ. 전사된 RNA의 염기 서열은 UUU GGC CGU UUU GUC이다. 그런데 ㉠ 부분의 염기가 없으면 RNA도 이 부분에 염기 1개가 빠지므로 앞에서부터 3개씩 차례대로 묶으면 코돈은 UUU GCC GUU UUG가 된다. 따라서 두 번째 아미노산 이후의 모든 아미노산의 배열 순서가 바뀔 수 있다.

37 유전자 이상에 의한 유전 질환이 나타나는 과정은 다음과 같다. DNA 염기 서열(㉠)이 변하면 바뀐 정보가 그대로 RNA(㉡)로 전사되고, 그에 따라 RNA의 코돈이 바뀌어 아미노산(㉢)의 배열 순서가 바뀐다. 아미노산 배열 순서에 의해 단백질 입체 구조가 결정되므로 정상 단백질과는 다른 입체 구조를 가진 비정상 단백질이 생성될 수 있다. 그런데 단백질은 고유한 입체 구조를 가짐으로써 기능을 수행하므로 비정상 단백질 정상적인 기능을 하지 못하여 유전 질환이 나타나게 된다.

01 모범 답안 | (1) 세포막의 주성분은 인지질과 단백질이다. 세포막은 인지질 2층층에 단백질이 군데군데 박혀 있는 구조로 되어 있다.

(2) 산소와 이산화 탄소 같은 기체 분자는 세포막의 인지질 2층층을 직접 통과하여 확산한다. 이온과 같이 전하를 띤 물질이나 포도당과 같이 비교적 분자 크기가 큰 물질은 세포막의 단백질을 통해 확산한다.

채점 기준		배점(%)
(1)	세포막의 성분과 구조를 모두 옳게 설명한 경우	50
	세포막의 성분은 옳게 썼지만 구조에 대한 설명이 정확하지 않은 경우	30
(2)	세포막을 통해 산소, 포도당, 이산화 탄소가 이동하는 경로와 원리를 모두 옳게 설명한 경우	50
	물질이 확산한다고만 쓴 경우	20

해설 | (1) 인지질은 친수성 머리 부분과 소수성 꼬리 부분으로 되어 있어 물이 풍부한 환경에서 소수성 꼬리 부분끼리 마주 보며 인지질 2층층을 이룬다. 세포 안팎은 물이 풍부하므로 2층층에서 인지질의 소수성 꼬리 부분은 안쪽을 향하고 친수성 머리 부분이 바깥쪽을 향하여 세포 안팎의 물이 풍부한 환경과 접하고 있다.

(2) 기체와 같이 분자 크기가 매우 작은 물질은 인지질 2층층을 직접 통과하여 확산할 수 있다. 그러나 이온과 같이 전하를 띤 물질, 포도당과 아미노산 같이 비교적 분자 크기가 큰 물질은 세포막의 단백질을 통해 확산한다.

02 모범 답안 | 용액 X가 양파 표피 세포 안보다 농도가 높아서 삼투에 의해 물이 세포 안에서 밖으로 이동한다. 그 결과 세포질이 수축하여 (나)와 같이 세포막이 세포벽으로부터 분리되는 현상이 나타난다.

채점 기준	배점(%)
용액 X의 상대적 농도와 삼투에 의한 물의 이동을 포함하여 모두 옳게 설명한 경우	100
삼투에 의해 물이 세포 밖으로 이동했기 때문이라고만 쓴 경우	30

해설 | 세포막을 통한 물의 이동은 삼투에 의해 일어난다. 삼투는 물질의 농도가 낮은 쪽에서 높은 쪽으로 물이 확산하는 현상이다. 식물 세포는 세포막 바깥에 세포벽이 있어서 세포를

고농도의 용액에 넣으면 삼투에 의해 물이 세포 밖으로 이동하여 세포질이 수축하여 세포막이 세포벽으로부터 분리되는 현상이 나타난다.

03 모범 답안 | B, 활성화 에너지는 반응이 일어나기 위해 반응물이 넘어야 할 에너지 언덕에 해당되므로 A와 B가 활성화 에너지인데, 카탈레이스는 활성화 에너지를 낮추어 반응을 촉진하는 생체 촉매인 효소이기 때문에 B가 카탈레이스가 있을 때의 활성화 에너지이다.

채점 기준	배점(%)
카탈레이스가 있을 때의 활성화 에너지의 기호와 그렇게 생각한 근거를 옳게 서술한 경우	100
카탈레이스가 있을 때의 활성화 에너지의 기호만 옳게 쓴 경우	30

해설 | A는 효소가 없을 때의 활성화 에너지이고, B는 효소가 있을 때의 활성화 에너지이다. 그렇게 판단할 수 있는 근거는 효소는 생체 촉매로서 활성화 에너지를 낮추어 반응을 촉진하기 때문이다.

04 모범 답안 | (1) 효소는 종류마다 고유한 입체 구조를 갖고 있어 입체 구조에 들어맞는 특정 반응물하고만 결합하여 반응을 촉매하기 때문이다.

(2) 효소는 생체 촉매로서 반응 전후에 변하지 않고 남아 있으므로 다시 새로운 반응물과 결합하여 반응을 촉매할 수 있기 때문이다.

채점 기준		배점(%)
(1)	효소의 입체 구조와 관련지어 옳게 설명한 경우	50
	한 가지 효소는 한 가지 반응물에만 작용하기 때문이라고만 쓴 경우	25
(2)	효소가 반응 전후에 변하지 않는다는 것을 포함하여 옳게 설명한 경우	50
	효소는 생체 촉매이기 때문이라고만 쓴 경우	25

해설 | (1) 효소는 주성분이 단백질이며, 단백질은 고유한 입체 구조를 가지고 특정 기능을 담당한다. 효소는 입체 구조에 들어맞는 반응물하고만 결합하여 반응을 촉매하므로, 한 가지 효소는 한 가지 반응물에만 작용하는 특이성이 있다.

(2) 촉매는 반응 전후에 변하지 않고 남아 있다. 효소는 생체 촉매로서 반응이 끝난 후 변하지 않고 반응 전 상태로 남아 있다. 반응이 끝난 과산화 수소수에 간 속의 카탈레이스가 남아 있으므로 반응물인 과산화 수소를 첨가하면 반응이 다시 일어난다.

05 모범 답안 | 핵 속에 있는 DNA의 인슐린 유전자에 저장된 유전 정보가 RNA로 전사된 후 RNA가 세포질로 나온다. RNA의 유전 정보에 따라 리보솜에서 아미노산이 차례대로 결합하여 단백질이 합성되는 번역이 일어난다. 합성된 단백질은 소포체를 통해 운반되고, 골지체로 이동하여 골지체에서 적절하게 변형되어 특정한 기능을 수행할 수 있는 인슐린 단백질이 된다. 인슐린 단백질은 막으로 싸여 운반되어 세포막을 통해 세포 밖으로 분비된다.

채점 기준	배점(%)
전사와 번역, 단백질의 합성과 이동에 관여하는 세포 소기관을 순서에 맞게 모두 언급하며 옳게 설명한 경우	100
전사와 번역 과정만 옳게 설명한 경우	50
단백질의 합성과 이동에 관여하는 세포 소기관을 모두 옳게 설명한 경우	50
단백질의 합성과 이동에 관여하는 세포 소기관의 일부만 옳게 설명한 경우	30

해설 | 단백질의 아미노산 배열 순서에 대한 정보는 핵 속의 DNA의 염기 서열에 저장되어 있다. DNA는 직접 단백질 합성에 관여하지 않고 RNA로 정보를 전사하고, RNA가 세포질에 있는 리보솜으로 가서 단백질 합성에 관여한다. 단백질은 소포체와 골지체를 거쳐 세포 밖으로 분비된다.

06 모범 답안 | 단백질의 입체 구조와 특성은 아미노산 서열에 의해 결정된다. DNA의 염기 서열에는 특정 단백질의 아미노산 서열이 암호화되어 저장되어 있는데, 이때 연속된 염기 3개로 이루어진 3염기 조합이 하나의 아미노산을 지정하는 암호가 된다.

채점 기준	배점(%)
DNA의 염기 서열, 아미노산 서열 암호화, 3염기 조합을 모두 포함하여 DNA의 유전 정보 저장 방식을 옳게 설명한 경우	100
3염기 조합의 형태로 아미노산 서열에 대한 정보가 저장되어 있다고 설명한 경우	70
DNA의 염기 서열에 단백질에 대한 유전 정보가 저장되어 있다고만 설명한 경우	30

해설 | 단백질의 기능은 입체 구조에 의해 결정되며, 입체 구조는 아미노산 서열에 의해 결정된다. 따라서 DNA의 염기 서열에 아미노산 서열에 대한 정보가 저장되는데, 연속된 염기 3개가 하나의 아미노산을 지정하는 암호로 작용한다.

07 모범 답안 | 사람을 비롯한 거의 모든 생명체는 동일한 유전 암호 체계를 사용하므로 대장균에 삽입된 사람의 인슐린 유전자의 유전 정보는 대장균 내에서 전사되고 동일하게 번역되어 사람의 인슐린 단백질이 합성될 수 있다.

채점 기준	배점(%)
거의 모든 생명체가 동일한 암호 체계를 사용한다는 것을 포함하여 그 원리를 옳게 설명한 경우	100
거의 모든 생명체가 동일한 암호 체계를 사용하기 때문이라고만 설명한 경우	70

해설 | 사람과 대장균은 유전 암호 체계가 동일하다. 따라서 사람과 대장균에서 코돈이 지정하는 아미노산의 종류는 같다. 예를 들면 사람의 세포에서 코돈 UUU는 아미노산 중 페닐알라닌을 지정하는데, 이 코돈은 대장균에서도 동일하게 페닐알라닌을 지정한다. 단백질의 입체 구조와 기능은 아미노산 서열에 의해 결정되므로, 대장균에 사람의 인슐린 유전자를 넣어 주면 대장균의 단백질 합성 기구를 이용하여 사람의 인슐린 단백질을 합성할 수 있다.

08 모범 답안 | 유전자 이상은 유전자의 DNA 염기 서열에 변화가 생긴 것이다. DNA의 염기 서열 변화는 RNA로 전사되므로 코돈이 변하고, 그에 따라 아미노산 서열이 달라진다. 단백질은 아미노산 서열에 따라 고유한 입체 구조를 가지고 특정한 기능을 수행하게 되는데, 아미노산 서열이 바뀐 비정상 단백질이 만들어져 정상적인 기능을 수행하지 못함으로써 유전 질환이 나타난다.

채점 기준	배점(%)
유전자 이상의 의미와 유전 질환이 나타나는 과정을 옳게 설명한 경우	100
유전 질환이 나타나는 과정을 다소 부정확하게 설명한 경우	70
유전자 이상을 DNA 염기 서열의 변화라고만 설명한 경우	50

해설 | 유전자 이상은 유전자를 구성하는 DNA 염기 서열의 변화를 의미한다. DNA의 염기 서열이 일부 바뀌면 그에 따라 전사, 번역이 일어나 지정하는 아미노산이 바뀌고 정상 단백질과는 다른 아미노산 서열을 갖는 비정상 단백질이 만들어져 유전 질환이 나타날 수 있다.

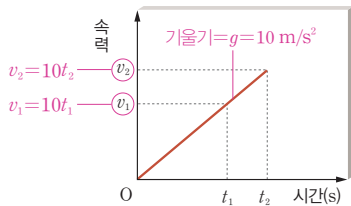
1 ②	2 ④	3 ⑤	4 ①	5 ②	6 ③
7 ⑤	8 ③	9 ④	10 ④	11 ①	12 ②
13 ③	14 ③	15 ④	16 ③	17 ⑤	18 ①
19 ④	20 ④	21 ②	22 ⑤		

1

자료 해석하기

자유 낙하 운동과 속도-시간 그래프

자유 낙하 운동을 하는 물체의 속도 $v=gt$ 이므로 속도-시간 그래프의 기울기는 중력 가속도와 같다.



ㄴ. B는 1 m 높이만큼 자유 낙하 하여 지면에 도달하므로, B가 지면에 도달할 때까지 걸린 시간은 A가 1 m만큼 자유 낙하 하는 데 걸린 시간과 같은 t_1 이다. 한편 B는 A가 1 m만큼 낙하한 순간인 t_1 일 때부터 자유 낙하를 시작하므로, B가 지면에 도달할 때까지 걸린 시간 $t_3 = t_1 + t_1 = \frac{2\sqrt{5}}{5}$ (초)이다.

[바로 알기] ㄱ. 속도-시간 그래프 아랫부분의 넓이는 물체가 낙하한 거리를 의미한다. A가 낙하한 거리는 t_1 일 때 1m, t_2 일 때 2m이므로 $\frac{1}{2}t_1v_1 = \frac{1}{2}t_1(10t_1) = 1(\text{m})$ 에서 $t_1 = \sqrt{\frac{1}{5}}$ (초).

$\frac{1}{2}t_2v_2 = \frac{1}{2}t_2(10t_2) = 2(\text{m})$ 에서 $t_2 = \sqrt{\frac{2}{5}}$ (초)이다. 따라서 $t_2 = \sqrt{2}t_1$ 이다.

ㄴ. 자유 낙하 운동을 하는 물체의 속력은 시간에 비례한다. 따라서 $v_1 : v_2 = t_1 : t_2 = 1 : \sqrt{2}$ 에서 $v_2 = \sqrt{2}v_1$ 이다.

2

수평 방향으로 던진 물체는 수평 방향으로 등속 직선 운동을 한다. A는 물체가 지면에 도달할 때까지 수평 방향으로 이동한 거리가 $\frac{1}{2}$ 이 되는 지점이므로 물체를 던진 순간으로부터 A에 도달할 때까지 걸린 시간과 A에서 지면에 도달할 때까지 걸린 시간이 같다.

한편 수평 방향으로 던진 물체는 연직 방향으로 자유 낙하 운동을 한다. 시간 t 동안 물체의 낙하 거리 $= \frac{1}{2}gt^2$ 이므로 낙하 시간 비가 1 : 2이면 낙하 거리 비는 1 : 4이다. 즉, 물체를 던진

순간부터 A까지 이동하는 시간 동안 낙하한 거리와 지면에 도달하는 시간 동안 낙하한 거리의 비 $(h-h') : h = 1 : 4$ 이다.

따라서 $\frac{h'}{h} = \frac{3}{4}$ 이다.

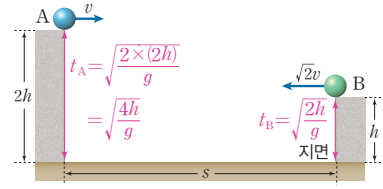
3

자료 해석하기

수평 방향으로 던진 물체의 연직 방향 운동

수평 방향으로 던진 물체는 연직 방향으로 자유 낙하 운동을 하

며, 낙하 거리 $h = \frac{1}{2}gt^2$ 에서 $t = \sqrt{\frac{2h}{g}}$ 이다.



s는 A와 B가 지면에 도달할 때까지 수평 방향으로 이동한 거리의 합이므로 $s = vt_A + \sqrt{2}vt_B = v\sqrt{\frac{4h}{g}} + \sqrt{2}v\sqrt{\frac{2h}{g}} = v\sqrt{\frac{4h}{g}} + v\sqrt{\frac{4h}{g}} = 4v\sqrt{\frac{h}{g}}$ 이다.

4

ㄱ. A와 B의 질량이 같고, 벽과 충돌 직전 A, B의 속력이 각각 30 m/s, 20 m/s이므로 충돌 직전 A, B의 운동량 비 $p_A : p_B = 3 : 2$ 이다. 또한, A, B가 정지하면 운동량이 0이 되므로 A, B가 정지할 때까지 운동량 변화량의 크기, 즉 충격량의 크기 비 $I_A : I_B = 3 : 2$ 이다.

[바로 알기] ㄴ. 힘-시간 그래프 아랫부분의 넓이는 물체가 받은 충격량의 크기와 같은데, $S_1 < S_2$ 이므로 S_1 은 B의 충격량을, S_2 는 A의 충격량을 의미한다. 따라서 $S_1 : S_2 = 2 : 3$ 에서 $3S_1 = 2S_2$ 이다.

ㄷ. 평균 힘의 크기는 충격량을 충돌 시간으로 나눈 값과 같다.

따라서 $F_A : F_B = \frac{I_A}{\Delta t_A} : \frac{I_B}{\Delta t_B} = \frac{3}{3t_0} : \frac{2}{t_0} = 1 : 2$ 이다.

5

(가)에서 A와 B가 실로 연결되어 함께 운동하므로 질량이 $2m + m = 3m$ 인 하나의 물체로 볼 수 있다. 이 물체에 F 의 힘이 2초 동안 작용하여 가한 충격량은 질량 $3m$ 인 물체의 운동량이 되므로, $3m \times v = F \times 2$ 에서 2초일 때 A, B의 속력 $= \frac{2F}{3m}$ 이다. 이 순간 실이 끊어진다.

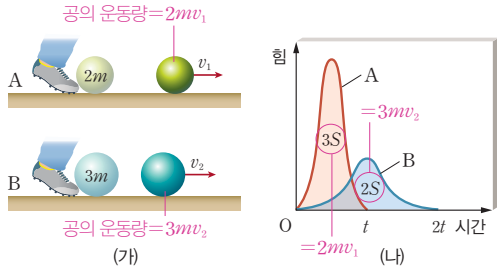
(나)에서 관성 법칙에 의해 작용하는 알짜힘이 0인 A의 속력은 $\frac{2F}{3m}$ 로 일정하다. 한편 B에는 F 의 힘이 계속 작용한다. 따라서 1초 후 B의 운동량은 가한 충격량의 크기만큼 증가한 $m \times \frac{2F}{3m} + F \times 1 = \frac{5F}{3}$ 이므로 이때의 속력은 $\frac{5F}{3m}$ 이다.

따라서 $v_A : v_B = \frac{2F}{3m} : \frac{5F}{3m} = 2 : 5$ 이다.

6 자료 해석하기

충격량과 힘-시간 그래프

공에 가한 충격량만큼 공의 운동량이 변하며, 이는 힘-시간 그래프 아랫부분의 넓이와 같다.



ㄱ. 공을 발로 찬 후 운동량은 공에 가한 충격량과 같으며, 이는 힘-시간 그래프 아랫부분의 넓이와 같다. 따라서 공을 발로 찬 후 운동량은 A에서는 3S로, B에서의 2S보다 크다.

ㄴ. 평균 힘 = $\frac{\text{충격량}}{\text{시간}}$ 이므로 A에서는 $\frac{3S}{t}$ 로, B에서의 $\frac{2S}{2t} = \frac{S}{t}$ 의 3배이다.

바로 알기 ㄷ. $2mv_1 : 3mv_2 = 3S : 2S$ 이므로 $4mv_1S = 9mv_2S$ 이다. 따라서 $4v_1 = 9v_2$ 이다.

7 ㄴ. 육상 생물권은 오존층이 형성되어 자외선이 차단된 이후에 형성되었다. 따라서 (나)에서 육상 생물권 형성과 관련 있는 층은 성층권인 b층이다.

ㄷ. (나)의 a층은 대류권으로 기상 현상이 나타나며, 바람이나 강수 등의 기상 현상에 의해 지각(A)의 지표 변화가 일어난다.

바로 알기 ㄱ. 지구 자기장은 액체 상태인 외핵(C)의 대류에 의해 형성된다.

8 ㄱ. A는 지구에 있는 물의 대부분을 차지하는 해수이고, B는 육수의 약 69%를 차지하는 빙하(C)를 제외한 지표수와 지하수이다. 따라서 물의 밀도는 염류가 포함된 해수(A)가 염류가 거의 없는 육수(B)보다 크다.

ㄷ. 지구 온난화가 심해지면 대륙 빙하가 녹아 바다로 유입되므로, 해수(A)의 양이 증가한다.

바로 알기 ㄴ. 물의 순환은 증발과 응결이 활발할수록 잘 일어난다. 따라서 주로 극지방에 분포하는 빙하(C)보다 지표수를 포함한 B가 더 활발하게 순환한다.

9 ㄴ. 기체의 용해도는 수온이 높을수록 낮다. 따라서 해수의 표층 수온이 상승하면 해수에 용해되어 있던 이산화 탄소가 대기로 방출(A)되는 양이 증가한다.

ㄷ. B는 식물에 의한 광합성에 해당한다. 삼림 면적이 증가하여 나무가 많아지면 광합성에 의한 탄소 이동이 증가한다.

바로 알기 ㄱ. 기권에서 탄소의 유입량은 수권으로부터 90 + 생물권으로부터 60 + 지권으로부터 65.5 = 215.5 단위이고, 유출량은 수권으로의 용해 92 + 광합성(B) 121 = 213 단위이다. 따라서 유입량이 유출량보다 많다.

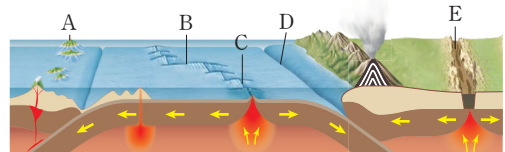
10 ㄴ. 암석이 마그마로 되기 위해서는 지하에서 지구 내부 에너지에 의해 발생하는 높은 열과 큰 압력을 받아야 한다.

ㄷ. 석회암은 바다에서 생물체의 유해가 퇴적되거나 바다에 용해되어 있던 탄산염이 화학적 침전을 일으켜 생성된다. 따라서 석회암의 생성은 생물권에서 지권으로의 작용(B)이나 수권에서 지권으로의 작용(C)에 해당한다.

바로 알기 ㄱ. 암석은 주로 대기와 물에 의해 풍화-침식 작용을 받아 퇴적물이 된다. 생물권도 암석의 풍화나 침식 작용에 영향을 미치는 것은 하지만 대기와 물보다는 풍화에 미치는 영향이 적다.

11 자료 해석하기

판 경계 종류와 지각 변동



구분	지형	지진의 종류	화산 활동
A	호상 열도	천발, 중발, 심발	○
B	변환 단층	천발	×
C	해령	천발	○
D	해구	천발, 중발, 심발	○
E	열곡대	천발	○

ㄱ. A는 판이 섭입하면서 발생한 마그마가 분출하여 해구와 나란하게 형성된 호상 열도이다.

ㄷ. 해령(C)에서 생성된 새로운 해양 지각은 맨틀 대류를 따라 이동하여 해구(D)에서 소멸된다.

바로 알기 ㄴ. B는 해령과 해령 사이에 판이 서로 반대 방향으로 이동하면서 발달한 변환 단층이다. 변환 단층에서는 천발 지진이 활발하게 일어나지만 화산 활동은 거의 일어나지 않는다.

ㄷ. E는 대륙판이 양쪽으로 갈라지면서 형성된 열곡대이다. 열곡대는 발산형 경계에 해당하므로 천발 지진이 발생한다.

12 자료 해석하기

판 경계와 지각 변동

질문	변환 단층	해구	열곡대
판이 생성 또는 소멸하는가?	×(보존)	○(소멸)	○(생성)
심발 지진이 일어나는가?	×	○	×
화산 활동이 일어나는가?	×	○	○

변환 단층은 보존형 경계이므로 판이 생성되거나 소멸되지 않고, 해구에서는 판이 소멸되며, 열곡대에서는 판이 생성된다. 따라서 A에 들어갈 질문으로 적절한 것은 ‘판이 생성 또는 소멸하는가?’이다.

열곡대는 발산형 경계이므로 심발 지진이 일어나지 않지만, 해구에서는 판이 섭입하면서 심발 지진이 일어난다. 따라서 B에 들어갈 질문으로 적절한 것은 ‘심발 지진이 일어나는가?’이다.

13 ㄱ. A 지역은 해구 쪽으로 이동하여 해구에서 북아메리카판 아래로 섭입된다. 따라서 A 근처의 해령과 해구 사이의 거리는 시간이 갈수록 좁아진다.

ㄴ. 해령에서 새로운 해양 지각이 생성되어 양쪽으로 확장되므로, 해령에서 멀수록 해양 지각의 나이가 많다. 따라서 B는 C보다 나이가 많은 지각이 존재할 것이다.

바로 알기 ㄷ. D는 변환 단층이므로 화산 활동이 거의 일어나지 않는다.

14 ㄱ. (가)는 화산 폭발에 의해 발생한 기온 변화이므로 기권에 영향을 준 예이고, (나)는 화산 폭발에 의해 수권에 영향을 준 예이며, (다)는 인간을 비롯한 생물권에 영향을 준 예이다. 따라서 화산 폭발은 기권, 수권, 생물권에 모두 영향을 미친다는 것을 알 수 있다.

ㄷ. 지구 시스템의 각 권이 상호 작용하기 때문에 어느 한 곳에서 발생한 화산 폭발의 영향은 전 지구적으로 나타난다.

바로 알기 ㄴ. 화산 쇄설물 중 화산재는 대기 상층에 한동안 머물면서 햇빛의 반사율을 증가시키는 역할을 한다.

15 자료 해석하기

세포 내 유전 정보의 흐름



- A: 핵, B: 미토콘드리아, C: 골지체, D: 리보솜
- ㉠ 전사: DNA가 있는 핵 속에서 일어난다.
- ㉡ 번역: RNA의 정보에 따라 아미노산이 펩타이드 결합으로 연결되어 단백질이 합성된다. 단백질 합성 장소는 리보솜이다.

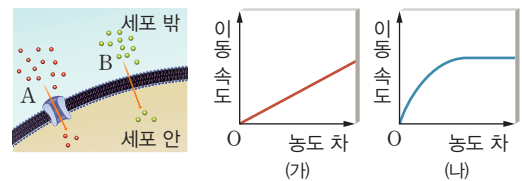
ㄱ. 핵(A)에서 DNA의 유전 정보가 RNA로 전달되는 ㉠ 전사가 일어나고, 리보솜(D)에서 RNA의 유전 정보에 따라 단백질이 합성되는 ㉡ 번역이 일어난다.

ㄴ. 미토콘드리아(B)에서는 세포 호흡이 일어나 생명 활동에 필요한 형태의 에너지를 생성한다. 이때 산소가 소모되고 이산화탄소가 생성된다.

바로 알기 ㄷ. 골지체(C)에서는 단백질을 변형시키고 막으로 싸서 분비한다. 펩타이드 결합은 단백질 합성 장소인 리보솜에서 아미노산이 연결될 때 일어난다.

16 자료 해석하기

세포막을 통한 물질의 확산



- 물질 A: 세포막의 단백질을 통해 확산한다.
- 물질 B: 인지질 2중층을 통해 확산한다.
- (가): 세포 안팎의 농도 차에 비례하여 이동 속도가 계속 증가한다. 따라서 인지질 2중층으로 확산하는 물질 B의 이동 속도이다.
- (나): 세포 안팎의 농도 차가 클수록 이동 속도가 증가하다가 농도 차가 일정 수준 이상이 되면 더 이상 이동 속도가 증가하지 않는다. 이것은 세포막의 단백질이 모두 포화되었기 때문이므로 (나)는 물질 A의 이동 속도이다.

ㄱ. 물질 A와 B는 세포막을 경계로 농도가 높은 쪽에서 낮은 쪽으로 이동하므로 확산에 의해 이동한다.

ㄷ. 물질의 종류에 따라 통로 역할을 하는 단백질이 다르다. 즉 세포막의 단백질은 특정 물질만을 선택적으로 이동시키며, 단백질의 수가 많을수록 해당 물질의 이동 속도가 빠르다.

바로 알기 ㄴ. (가)는 물질 B의 이동 속도이고, (나)는 물질 A의 이동 속도이다.

17 ㉠ D에 넣은 양파 조각의 질량이 감소하였으므로 삼투에 의해 물이 양파 세포 밖으로 빠져나간 것이다. 이런 경우 세포질이 수축하여 세포막이 세포벽으로부터 분리되는 현상이 나타난다.

바로 알기 ㉡ 양파 조각을 고농도의 용액에 넣으면 물이 세포 밖으로 빠져나가 질량이 감소한다. 따라서 나중 질량이 가장 많이 줄어든 D의 설탕 농도가 가장 높다.

② B에 넣은 양파 조각은 나중 질량이 증가하였으므로 물이 양파 세포 안으로 이동하였다. 설탕은 분자 크기가 커서 세포막을 그대로는 통과하지 못한다.

③, ④ C는 양파 조각의 처음 질량과 나중 질량의 차가 가장 적으므로 양파 세포 안과 용액의 농도 차이가 가장 작다. 그러나 처음 질량보다 나중 질량이 약간 줄었으므로 세포의 부피는 감소하였다.

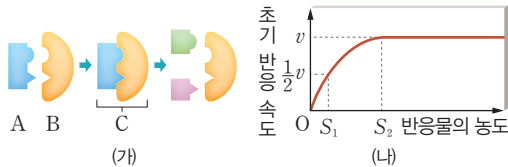
- 18 ㄱ. 삶은 간을 넣은 시험관 B에서는 기포가 거의 발생하지 않았다. 이것은 간 속의 효소가 고온에서 기능을 잃어 과산화 수소의 분해를 촉진하지 못하였기 때문이다.

[바로 알기] ㄴ. (다)에서 반응이 끝난 시험관 A에 과산화 수소를 첨가한 결과 다시 반응이 진행되어 기포가 발생하였다. 그러므로 시험관 A에서 반응이 멈춘 것은 반응물이 모두 생성물로 바뀌었기 때문이며, 간 속의 효소는 그대로 남아 있다는 것을 확인할 수 있다. 효소는 반응 전후에 소모되거나 변하지 않아 재사용될 수 있다.

ㄷ. 과산화 수소는 촉매가 없어도 분해가 되지만 촉매가 있을 때 더 빠르게 분해된다.

19 자료 해석하기

효소의 작용 원리



- (가): A는 반응물, B는 효소, C는 효소와 반응물이 결합한 상태(효소·기질 복합체)이다.
- (나): 초기 반응 속도는 효소와 반응물이 결합한 C의 생성량에 비례한다. 반응물의 농도가 S_2 가 될 때까지는 반응물의 농도에 비례하여 초기 반응 속도가 증가한다. S_2 보다 반응물의 농도가 높으면 모든 효소가 반응물과 결합한 상태로 포화되어 있으므로 더 이상 반응 속도가 증가하지 않는다.

ㄱ. 반응 결과 A가 더 작은 분자로 쪼개졌고 B는 반응 전후에 변하지 않았으므로 B는 큰 분자를 작은 분자로 분해하는 이화작용에 관여하는 효소이다.

ㄴ. 효소가 반응물과 결합하였을 때 활성화 에너지를 낮추므로 C의 생성량이 많으면 반응 속도가 증가한다. 따라서 C의 생성량은 반응물의 농도가 S_2 일 때가 S_1 일 때보다 많다.

[바로 알기] ㄷ. 반응물의 농도에 관계없이 동일한 효소가 관여할 때에는 반응의 활성화 에너지가 같다.

- 20 ① 포도당은 세포막의 단백질을 통해 이동한다.

② (나)는 세포 호흡이며, 세포 밖에서 일어나는 연소와는 달리 체온 정도의 저온(37°C)과 대기압에서 단계적으로 반응이 진행되고, 에너지도 소량씩 방출된다. 또, 세포 호흡의 각 단계마다 다른 종류의 효소가 관여하므로, 세포 호흡에는 여러 종류의 효소가 관여한다.

③ (나) 세포 호흡은 이화 작용이고, (다) 단백질 합성과 (마) RNA 합성은 동화 작용이다.

⑤ 전사가 일어날 때에는 DNA에 상보적인 염기 서열을 갖는 RNA가 만들어진다. 즉, DNA의 아데닌(A)은 유라실(U), 타이민(T)은 아데닌(A), 구아닌(G)은 사이토신(C), 사이토신(C)은 구아닌(G)으로 전사된다.

[바로 알기] ④ (라)의 기체 교환은 확산에 의해 일어나며, 확산은 분자가 농도가 높은 쪽에서 낮은 쪽으로 스스로 운동하여 일어나므로 물질이 이동할 때 세포에서 별도의 에너지가 소모되지 않는다.

- 21 ㄱ, ㄴ. DNA 염기 서열에 염기 1개나 2개를 첨가하면 그 이후의 아미노산 서열이 모두 바뀌지만, 염기 3개로 구성된 코돈 1개가 아미노산 1개를 지정하므로 염기 3개를 첨가하면 1개의 아미노산만 추가되고 나머지 아미노산 서열은 바뀌지 않는다. 이를 통해 연속된 염기 3개가 하나의 아미노산을 지정하며, 염기는 중복이나 누락 없이 연속적으로 번역된다는 것을 알 수 있다.

[바로 알기] ㄷ. RNA에 염기 1개가 추가되면 이후의 모든 코돈이 바뀌므로 아미노산 서열이 크게 바뀔 수 있다.

- 22 ㄱ. 두 번째 코돈이 AGC이므로 이 코돈이 지정하는 두 번째 아미노산은 세린이다.

ㄴ. 세 번째 코돈 UAU의 첫 번째 염기 U이 A으로 바뀌면 세 번째 코돈은 AAU가 된다. 코돈표에서 AAU가 지정하는 아미노산은 아스파라진이다.

ㄷ. 네 번째 코돈과 다섯 번째 코돈 사이에 U이 삽입되면 다섯 번째 코돈은 UAA가 된다. 코돈표에서 UAA는 종결 코돈이므로 번역이 끝나게 된다. 따라서 정보보다 아미노산 1개가 적어 길이가 짧은 폴리펩타이드가 만들어진다.

III 변화와 다양성

1 화학 변화

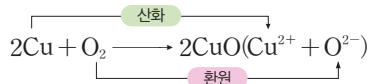
01 산화 환원 반응

탐구 확인 문제

2권 19쪽

- 01 ③, ④, ⑦ 02 (1) (가)에서는 증가하고, (나)에서는 감소한다.
(2) (가) 산소(O₂) (나) 산화 구리(II)(CuO) (3) 이산화 탄소(CO₂)

- 01 ① 과정 ①에서 구리가 산소와 반응하여 산화 구리(II)로 되며, 이때 구리와 결합한 산소의 질량만큼 질량이 증가한다.
② 과정 ①에서 생성된 산화 구리(II)는 이온 결합 물질로 생성 과정을 다음과 같이 화학 반응식으로 나타낼 수 있다. 이때 구리는 전자를 잃고 구리 이온으로 산화되고, 산소는 구리가 잃은 전자를 얻어 환원된다.



- ⑤ 과정 ②에서 산화 구리(II)는 구리로 환원되고, 탄소는 이산화 탄소가 산화된다.
⑥ 석회수는 수산화 칼슘이 충분히 녹아 있는 수용액으로, 이산화 탄소와 반응하여 탄산 칼슘 양금을 생성하므로 이산화 탄소 검출에 쓰인다.

[바로 알기] ③ 과정 ①에서 구리가 산화될 때 공기 중의 산소는 환원된다.

- ④ 산화 구리(II)와 탄소가 반응하여 생성된 이산화 탄소가 시험관 밖으로 빠져나가므로 질량은 감소한다.

- ⑦ 석회수는 수산화 칼슘이 녹아 있으므로 염기성 물질이고, 이산화 탄소는 물에 녹아 산성을 띠므로 석회수와 이산화 탄소의 반응은 중화 반응이다.

- 02 (가)에서는 $2\text{Cu} + \text{O}_2 \longrightarrow 2\text{CuO}$ 의 반응이 일어나며, (나)에서는 $\text{CuO} + \text{CO} \longrightarrow \text{Cu} + \text{CO}_2$ 의 반응이 일어난다.

- (1) (가)에서는 구리가 산소와 결합하므로 구리판의 질량이 증가하지만, (나)에서는 산화 구리(II)가 산소를 잃으므로 구리판의 질량이 감소한다.

- (2) (가)에서는 구리와 반응하는 산소가 환원되며, (나)에서는

산화 구리(II)가 구리로 환원된다.

- (3) 알코올은 C, H, O로 이루어진 물질이므로 완전 연소하면 이산화 탄소와 물이 생성되고, (나)에서는 구리와 이산화 탄소가 생성된다. 따라서 공통으로 생성되는 물질은 이산화 탄소이다.

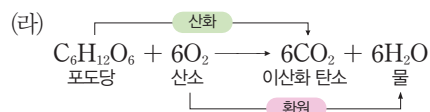
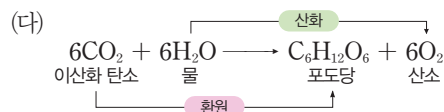
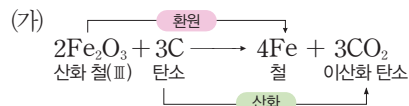
개념 확인해서 High로

2권 22~23쪽

- 01 (1) ㉠ CO₂, ㉡ CO₂, ㉢ O₂, ㉣ CO₂ (2) ㉠ CH₄, ㉡ O₂, ㉢ H₂O, ㉣ CO₂ 02 (1) 검은색 가루가 붉은색으로 변한다. (2) 석회수가 뿌연게 흐려진다. (3) 산화되는 물질: 탄소(C), 환원되는 물질: 산화 구리(II)(CuO) 03 ㉠, ㉡ 04 (1) 수소(H₂) 기체 (2) 산화되는 물질: 아연(Zn), 환원되는 물질: 수소 이온(H⁺) 또는 염산(HCl) (3) 감소한다. 05 (1) 산화되는 물질: 마그네슘(Mg), 환원되는 물질: 이산화 탄소(CO₂) (2) 마그네슘(Mg)은 산소(O₂)와 결합하기 때문에 질량이 증가한다. (3) 흰색 가루: 산화 마그네슘(MgO), 검은색 가루: 탄소(C) 06 C, H₂ 07 구리 이온(Cu²⁺): C, 철 이온(Fe²⁺): B, 황산 이온(SO₄²⁻): A 08 (가) 09 A: CO₂, B: CO₂ 10 물, 산소와의 접촉을 차단한다. 11 O₂

- 01 (1) ㉠은 코크스(C)가 산화되어 생성된 CO₂이고, ㉡은 CH₄의 C가 산화되어 생성된 CO₂이다. ㉢은 광합성의 결과 생성된 물질 중 하나인 산소(O₂)이고, ㉣은 C₆H₁₂O₆의 C가 산화되어 생성된 CO₂이다.

- (2) (가)~(라)의 화학 반응식에 각각 산화, 환원되는 물질을 나타내면 다음과 같다.



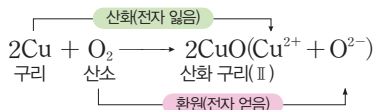
- 02** (1) 검은색의 산화 구리(II) 가루와 탄소 가루의 혼합물을 시험관에 넣고 가열하면 시험관 속에 붉은색 물질이 생성된다. 이는 산화 구리(II)가 산소를 잃고 붉은색의 구리로 환원되었기 때문이다. 또, 탄소가 산소를 얻어 이산화 탄소가 산화되고, 생성된 이산화 탄소에 의해 석회수가 뿌옇게 흐려진다.

(2) 석회수는 수산화 칼슘($\text{Ca}(\text{OH})_2$) 수용액으로, 이산화 탄소(CO_2)와 반응하여 물에 녹지 않는 탄산 칼슘(CaCO_3)을 생성하기 때문에 석회수가 뿌옇게 흐려진다.

(3) 산화 구리(II)와 탄소가 다음과 같이 반응하므로 산화되는 물질은 산소와 결합하는 탄소(C)이고, 환원되는 물질은 산화 구리(II)(CuO)이다.



- 03** (가) 겉불꽃에는 산소가 충분하므로 겉불꽃에 구리판을 넣으면 구리가 산소와 반응하여 산화 구리(II)를 생성하는 반응이 일어난다. 이때 구리는 구리 이온으로 산화되고, 산소는 산화 이온으로 환원된다.



(나) 속불꽃에서는 알코올이 불완전 연소되어 생성되는 일산화 탄소와 산화 구리(II)가 반응하며, 산화 구리(II)가 산소를 잃고 환원되어 구리가 되므로 붉은색으로 변한다.

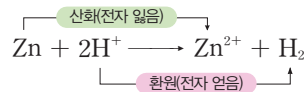


ㄱ. (가)에서는 구리가 산화 구리(II)를 이루는 구리 이온으로 되면서 전자를 잃고, 산소는 이 전자를 얻어 산화 구리(II)를 이루는 산화 이온으로 된다.

ㄴ. (가)에서는 구리에 결합한 산소의 질량만큼 구리판의 전체 질량이 증가한다.

바로 알기 ㄷ. 겉불꽃은 산소가 풍부하기 때문에 겉불꽃에 산화 구리(II)를 넣어도 산화 구리(II)가 구리로 환원되는 반응은 일어나지 않는다.

- 04** (1) 아연(Zn) 조각을 묽은 염산(HCl)에 넣으면 아연은 전자를 잃고 아연 이온(Zn^{2+})으로 산화되어 용액 속으로 녹아 들어가고, 용액 속에 녹아 있던 수소 이온(H^+)은 전자를 얻어 수소(H_2)로 환원되어 기체가 발생한다.



(2) 산화되는 물질은 전자를 잃고 양이온이 되는 Zn이고, 환원되는 물질은 전자를 얻는 H^+ (또는 HCl)이다.

(3) Zn은 Zn^{2+} 이 되어 용액 속으로 녹아 들어가므로 Zn 조각 전체의 질량은 감소한다.

- 05** 마그네슘(Mg)이 드라이아이스의 승화로 생성된 이산화 탄소(CO_2)로부터 산소를 빼앗아 밝은 빛을 내며 연소하여 흰색의 산화 마그네슘(MgO)을 생성한다. 이때 이산화 탄소는 산소를 잃어 검은색 탄소(C) 가루로 남는다.

(1) $2\text{Mg} + \text{CO}_2 \longrightarrow 2\text{MgO} + \text{C}$ 의 반응이 일어나므로 산소와 결합한 Mg은 산화되고, 산소를 잃은 CO_2 는 환원된다.

(2) Mg은 산소와 결합하므로 결합한 산소의 양만큼 질량이 증가한다.

(3) Mg과 CO_2 의 반응 후 남은 흰색 가루는 MgO이고, 검은색 가루는 C이다.

- 06** • $\text{C} + \text{O}_2 \longrightarrow \text{CO}_2$ 에서는 C가 산소와 결합하므로 산화된다.
• $\text{AgNO}_3 + \text{NaCl} \longrightarrow \text{AgCl} \downarrow + \text{NaNO}_3$ 에서 AgNO_3 과 NaCl 은 각각 Ag^+ 과 NO_3^- , Na^+ 과 Cl^- 으로 이루어져 있고, 생성된 AgCl 과 NaNO_3 은 각각 Ag^+ 과 Cl^- , Na^+ 과 NO_3^- 으로 이루어져 있으므로 반응 전후 전자를 잃거나 얻는 물질이 없으므로 산화 환원 반응이 아니다.

• $\text{CuO} + \text{H}_2 \longrightarrow \text{Cu} + \text{H}_2\text{O}$ 에서는 H_2 가 산소와 결합하므로 산화되는 물질이다.

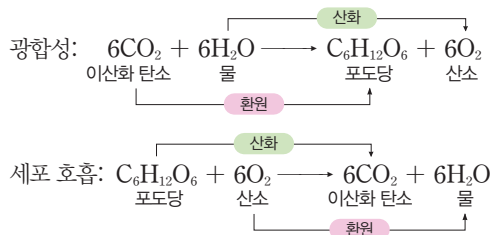
- 07** 황산 구리(II)(CuSO_4) 수용액에 철(Fe) 조각을 넣으면 다음과 같은 반응이 일어난다.



따라서 Fe은 반응이 일어나면서 전자를 잃고 Fe^{2+} 이 되어 용액 속으로 녹아 들어가므로 Fe^{2+} 의 수는 계속 증가(B)하고, 반대로 Cu^{2+} 은 환원되어 금속으로 석출되므로 Cu^{2+} 의 수는 감소한다(C). 한편 SO_4^{2-} 은 반응에 참여하지 않으므로 이온 수는 변하지 않는다(A).

- 08** (가)는 메테인의 연소 반응으로 열과 빛이 발생한다. (나)는 용광로에서 일어나는 철의 제련 반응으로 용광로와 같이 높은 열을 가해 주어야 일어나는 반응이다. (다)는 광합성 반응으로 빛 에너지를 흡수하여 일어나는 반응이므로 열이 발생하지 않는다. 따라서 열을 방출하는 반응은 (가)이다.

09 광합성은 빛에너지를 이용하여 물과 이산화 탄소로부터 포도당과 산소를 생성하는 산화 환원 반응이다. 세포 호흡은 광합성과는 반대로 산소를 이용하여 포도당을 연소시켜 에너지를 얻는 과정으로, 이 과정에서 포도당은 산화되고 산소는 환원된다. 따라서 A, B는 모두 CO_2 이다.



10 도금은 철과 같은 금속의 표면에 다른 금속으로 얇은 피막을 형성하는 것이다. 도금은 기름칠, 페인트칠과 같이 철이 부식되는 원인 물질인 물, 산소와의 접촉을 차단하여 부식을 방지하는 방법이다.

11 과일을 깎은 후에 공기 중에 두면 갈색으로 변하는 것은 산소와 반응하기 때문이다. 손난로는 포장을 뜯으면 철이 들어 있는 내부로 공기 중의 산소가 들어가 철이 산화되는 반응이 일어나면서 발생하는 열을 이용한 제품이다. 폭죽은 폭죽 안에 있는 물질이 급격히 연소하면서 일어나는 반응을 이용한 것이고, 철로 만든 제품이 녹스는 것은 수분의 존재 하에 철이 산소와 반응하여 산화되는 현상이다. 따라서 네 가지 현상에는 모두 산소(O_2)가 관여한다.

02 산과 염기

탐구 확인 문제

2권 29쪽

01 ①, ③ **02** (1) 수소 이온(H^+) (2) 비눗물, 하수구 세척제

01 ① 과정 ②에서 묶은 염산, 아세트산 수용액, 수산화 나트륨 수용액, 암모니아수에 전류가 흐르는 것은 수용액에 전하를 띠는 이온들이 있기 때문이다.

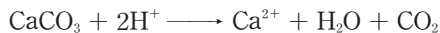
③ 과정 ㉔에서 BTB 용액을 떨어뜨렸을 때 수산화 나트륨 수용액과 암모니아수의 색 변화가 같은 것은 이들이 염기성 용액이기 때문으로, 염기성을 나타내는 것은 수용액에 염기의 음이온인 수산화 이온(OH^-)이 공통으로 존재하기 때문이다.

바로 알기 ② 과정 ③에서 BTB 용액을 떨어뜨렸을 때 묽은 염산과 아세트산 수용액의 색 변화가 같은 것은 이들이 산성 용액이기 때문으로, 산성을 나타내는 것은 수용액에 산의 양이 온인 수소 이온(H^+)이 공통으로 존재하기 때문이다.

④ 과정 ④에서 산의 수용액(물은 염산, 아세트산 수용액)에 마그네슘을 넣으면 다음과 같이 산화 환원 반응이 일어나서 수소 기체가 발생한다.



과정 ⑤에서 산의 수용액(붉은 염산, 아세트산 수용액)에 달걀 껍데기(주성분: 탄산 칼슘)를 넣으면 다음과 같은 반응이 일어나서 이산화 탄소가 발생하며, 이는 산과 염기의 중화 반응에 속한다.



⑤ 과정 ④에서 발생하는 기체는 수소이고, 과정 ⑤에서 발생하는 기체는 이산화 탄소이다.

02 푸른색 리트머스 종이를 붉은색으로 변화시키는 식초, 레몬즙은 산성 용액이고, 붉은색 리트머스 종이를 푸른색으로 변화시키는 비눗물, 하수구 세척제는 염기성 용액이다.

(1) 산성 용액에는 공통으로 수소 이온(H^+)이 들어 있고, 염기성 용액에는 공통으로 수산화 이온(OH^-)이 들어 있다.

(2) 페놀프탈레인 용액을 떨어뜨렸을 때 붉은색으로 변하는 물질은 용액의 액성이 염기성인 비눗물, 하수구 세척제이다.

탐구 확인 문제

2권 30쪽

01 ⑤, ⑥ **02** (1) A (2) $(+)\exists: A, (-)\exists: B, C$

01 과정 ①, ②에서 양이온은 (-)극 쪽으로, 음이온은 (+)극 쪽으로 이동한다.

① 과정 ❶에서 (-)극 쪽의 푸른색 리트머스 종이가 붉게 변하는 것은 수소 이온(H^+) 때문이다.

② 과정 ①의 결과는 수소 이온(H^+)의 이동 때문에 나타나는 것으로, 염산 대신 다른 종류의 산의 수용액으로 실험해도 같은 결과가 나타난다.

③ 과정 ②에서 (+)극 쪽의 붉은색 리트머스 종이가 푸르게 변하는 것은 수산화 이온(OH^-) 때문이다.

④ 과정 ②의 결과는 수산화 이온(OH^-)의 이동 때문에 나타나
는 것으로, 수산화 나트륨 수용액 대신 다른 종류의 염기 수용
액으로 실험해도 같은 결과가 나타난다.

[바로알기] ⑤ 과정 ①, ②에서 전류가 흐르기 전에는 실 주변만 리트머스 종이의 색이 변한다. 그러나 전류가 흐르면 색이 변하는 부분이 이동하는 것을 볼 수 있다.

⑥ 과정 ①, ②에서 수소 이온(H^+), 수산화 이온(OH^-) 외의 다른 이온들도 각각 반대 전하를 띤 극으로 이동한다. 즉, 과정 ①에서 K^+ , H^+ 은 (-)극 쪽으로, NO_3^- , Cl^- 은 (+)극 쪽으로 이동한다. 과정 ②에서 Na^+ , K^+ 은 (-)극 쪽으로, OH^- , NO_3^- 은 (+)극 쪽으로 이동한다. 그러나 수소 이온(H^+), 수산화 이온(OH^-)만 리트머스 종이의 색을 변화시키는 것으로 이온의 이동 방향을 확인할 수 있다.

02 (가)와 (나)는 모두 염기성 용액으로, (가)와 (나)에 공통으로 들어 있는 이온인 A는 수산화 이온(OH^-)이다. 따라서 B와 C는 양이온이다.

(1) 염기성 용액인 (가)와 (나)에 공통으로 들어 있는 이온인 A는 수산화 이온이다.

(2) 전류를 흐르게 하면 음이온인 A(수산화 이온)는 (+)극 쪽으로 이동하고, 양이온인 B와 C는 (-)극 쪽으로 이동한다.

개념 확인해서 High로!

2권 34~35쪽

01 (1) ㄱ, ㄴ, ㄷ (2) 물에 녹아 공통으로 수소 이온(H^+)을 내놓기 때문이다. **02** ㄴ **03** (1) $H^+ + Cl^-$ (2) $2H^+ + SO_4^{2-}$ (3) $H^+ + CH_3COO^-$ (4) $Na^+ + OH^-$ (5) $Ca^{2+} + 2OH^-$ (6) $NH_4^+ + OH^-$ **04** (1) 푸른색 리트머스 종이의 붉게 변한 부분이 (-)극 쪽으로 이동한다. (2) 질산 이온(NO_3^-), 염화 이온(Cl^-) (3) 칼륨 이온(K^+), 수소 이온(H^+) **05** (1) CO_2 (2) 산은 탄산 칼슘($CaCO_3$)과 반응하여 이산화탄소(CO_2) 기체를 발생하기 때문이다. **06** 해설 참조 **07** (1) (가), (나), (다) (2) (가) (3) (다) **08** ㄴ, ㄷ **09** (1) A: 묽은 염산, B: 수산화 나트륨 수용액 (2) (가) 붉은색 (나) 노란색 (다) 수소 기체 발생 (라) 이산화 탄소 기체 발생 (마) 변화 없음 (바) 삶은 달걀이 녹음 (3) 아세트산 수용액: A, 압모니아수: B **10** (나) > (가) > (다) **11** (1) 두 가지 (2) (가)

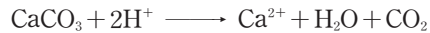
01 (1) HCl , HNO_3 , CH_3COOH 은 모두 물에 녹아 공통으로 수소 이온(H^+)을 내놓는 산이다.

ㄱ. 산은 물에 녹아 수소 이온(H^+)과 음이온으로 나누어지므로 수용액에 전류가 흐른다.

ㄴ. 마그네슘(Mg)은 산의 수소 이온과 반응하여 수소 기체를 발생하고, 마그네슘 이온(Mg^{2+})으로 된다.



ㄷ. 산은 탄산 칼슘($CaCO_3$)과 반응하여 이산화 탄소(CO_2) 기체를 발생한다.



[바로알기] ㄴ. 물에 녹아 수산화 이온(OH^-)을 내놓는 것은 염기로, 염기의 공통적인 성질(염기성)은 수산화 이온(OH^-) 때문이다.

ㄷ, ㄴ. 붉은색 리트머스 종이를 푸른색으로 변화시키고, 페놀프탈레인 용액을 떨어뜨리면 붉은색으로 변하는 것은 염기이다.

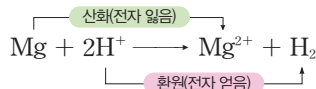
(2) HCl , HNO_3 , CH_3COOH 은 산으로, 물에 녹아 공통으로 수소 이온(H^+)을 내놓기 때문에 공통적인 성질, 즉 산성을 나타낸다.

02 마그네슘(Mg)이 묽은 염산(HCl)과 반응하면 수소(H_2) 기체가 발생한다.



ㄴ. $MgCl_2$ 은 수용액에서 이온 상태(Mg^{2+} , Cl^-)로 존재하므로 아연과 묽은 염산이 반응하면 마그네슘 이온(Mg^{2+})의 수는 증가하고, 수소 이온(H^+)의 수는 감소한다.

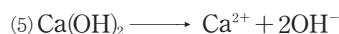
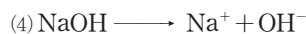
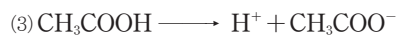
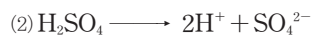
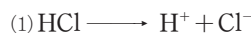
[바로알기] ㄱ. 마그네슘과 묽은 염산의 반응에서 반응 전후 변화 없는 염화 이온을 빼고 화학 반응식을 쓰면 다음과 같다.



따라서 마그네슘과 묽은 염산의 반응은 산화 환원 반응이며, 마그네슘은 전자를 잃고 산화되고, 수소 이온은 전자를 얻어 수소 기체로 환원된다.

ㄷ. 수소 기체가 발생하여 빠져나가므로 반응 용기 전체의 질량은 감소한다.

03 산과 염기는 각각 다음과 같이 물에 녹아 양이온과 음이온으로 나누어진다.



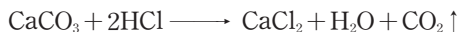
04 (1) 질산 칼륨 수용액에 적신 푸른색 리트머스 종이 위에 묽은

염산에 적신 싼을 올려놓으면 싼 주변만 붉은색으로 변한다. 이때 전원을 연결하여 전류를 흐르게 하면 푸른색 리트머스 종이의 붉게 변한 부분이 (-)극 쪽으로 이동한다. 이는 수소 이온(H⁺)이 (-)극 쪽으로 이동하면서 푸른색 리트머스 종이의 색을 붉은색으로 변화시키기 때문이다.

(2) (+)극 쪽으로 이동하는 이온은 음이온으로, 질산 칼륨 수용액의 질산 이온(NO₃⁻), 묽은 염산의 염화 이온(Cl⁻)이다. 이 이온들은 리트머스 종이의 색을 변화시키지 않는다.

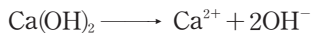
(3) (-)극 쪽으로 이동하는 이온은 양이온으로, 질산 칼륨 수용액의 칼륨 이온(K⁺), 묽은 염산의 수소 이온(H⁺)이다. 칼륨 이온은 리트머스 종이의 색을 변화시키지 않는다.

- 05** (1) 달걀 껍데기의 주성분은 탄산 칼슘(CaCO₃)으로 산과 반응하면 이산화 탄소(CO₂) 기체를 발생한다. 따라서 묽은 염산에 달걀을 넣으면 이산화 탄소를 발생하며 달걀 껍데기가 녹는 것을 볼 수 있다.



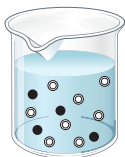
(2) 탄산 칼슘은 산의 수소 이온과 반응하여 이산화 탄소(CO₂) 기체를 발생하므로 묽은 염산 대신 식초에 달걀을 넣어도 식초 속 수소 이온과 반응하여 이산화 탄소 기체가 발생한다.

- 06** 수산화 칼슘(Ca(OH)₂)을 물에 녹이면 칼슘 이온(Ca²⁺)과 수산화 이온(OH⁻)으로 나누어진다.



따라서 수산화 칼슘(Ca(OH)₂) 입자 1개가 물에 녹으면 칼슘 이온(Ca²⁺)은 1개, 수산화 이온(OH⁻)은 2개 존재한다. 따라서 수산화 칼슘 입자 4개를 녹인 수용액에는 칼슘 이온은 4개, 수산화 이온은 8개 있어야 한다.

모범 답안 |



채점 기준	배점(%)
칼슘 이온을 나타낸 입자 모형을 4개, 수산화 이온을 나타낸 입자 모형을 8개 그린 경우	100

- 07** (가)는 수소 이온(H⁺)과 음이온(A⁻)이 1 : 1의 개수비로 존재하는 수용액이므로 산 HA의 수용액을 나타낸 것이다. (나)는 양이온(B⁺)과 음이온(A⁻)이 1 : 1의 개수비로 존재하는 전해질 AB의 수용액을 나타낸 것이다. (다)는 양이온(B⁺)과 수산화 이온(OH⁻)이 1 : 1의 개수비로 존재하는 수용액이므로 염기 BOH의 수용액을 나타낸 것이다.

(1) (가)~(다) 모두 수용액에 이온이 존재하므로 전류가 흐른다.

(2) 마그네슘은 수소 이온(H⁺)과 반응하므로 마그네슘과 반응하는 것은 (가)이다.

(3) 페놀프탈레인 용액을 떨어뜨리면 붉게 변하는 것은 염기이므로 수산화 이온(OH⁻)이 있는 (다)이다.

- 08** (가)는 산성 물질이고, (나)는 염기성 물질이다.

ㄴ. 단백질을 녹이는 성질이 있는 것은 염기성 물질이다.

ㄷ. 산성 물질은 푸른색 리트머스 종이를 붉게 변화시키고, 염기성 물질은 붉은색 리트머스 종이를 푸르게 변화시킨다.

[바로 알기] ㄱ. 수용액에 전류가 흐르는 것은 산과 염기 모두의 공통적인 성질이다.

ㄷ. 수용액에서 이온화하는 정도는 산이나 염기의 종류에 따라 다르다.

- 09** (1) 묽은 염산과 수산화 나트륨 수용액 중 페놀프탈레인 용액을 떨어뜨렸을 때 무색인 것은 묽은 염산이고, BTB 용액을 떨어뜨렸을 때 파란색인 것은 수산화 나트륨 수용액이다. 따라서 A는 묽은 염산, B는 수산화 나트륨 수용액이다.

(2) A는 묽은 염산이고, B는 수산화 나트륨 수용액이므로 각각의 결과는 다음 표와 같다.

구분	A(묽은 염산)	B(수산화 나트륨 수용액)
페놀프탈레인 용액의 색 변화	무색	(가) 붉은색
BTB 용액의 색 변화	(나) 노란색	파란색
마그네슘 조각을 넣었을 때	(다) 수소 기체 발생	변화 없음
달걀 껍데기를 넣었을 때	(라) 이산화 탄소 기체 발생	(마) 변화 없음
삶은 달걀을 넣었을 때	변화 없음	(바) 달걀이 녹음

(3) 아세트산 수용액의 액성은 산성이므로 묽은 염산(A)과 결과가 같고, 암모니아수의 액성은 염기성이므로 수산화 나트륨 수용액(B)과 결과가 같다.

- 10** BTB 용액은 산성에서는 노란색, 중성에서는 초록색, 염기성에서는 파란색이므로 (가)는 중성, (나)는 염기성, (다)는 산성이다. pH가 작을수록 산성이 강해지고, pH가 클수록 염기성이 강해지므로 pH를 비교하면 (나) > (가) > (다)이다.

- 11** pH가 7이면 중성이고, pH가 7보다 작으면 산성, pH가 7보다 크면 염기성이다. 따라서 pH가 7보다 작은 레몬, 식초, 토마토, 커피는 산성 물질이고, pH가 7보다 큰 제산제, 표백제는 염기성 물질이다.

- (1) 붉은색 리트머스 종이를 푸르게 변화시키는 것은 염기성 물질인 제산제, 표백제이다.
- (2) BTB 용액은 산성에서는 노란색, 중성에서는 초록색, 염기성에서는 파란색이므로 BTB 용액을 떨어뜨리면 (가) 노란색으로 변하는 물질은 레몬, 식초, 토마토, 커피이고, (나) 파란색으로 변하는 물질은 제산제, 표백제이다.

03 산과 염기의 중화 반응

탐구 확인 문제

2권 41쪽

01 ②, ⑤ 02 (1) (가) 산성 (나) 중성 (다) 염기성 (2) (나)

01 농도가 같은 묽은 염산(HCl)과 수산화 나트륨(NaOH) 수용액은 1 : 1의 부피비로 반응하므로 A~E에서 실제로 반응한 묽은 염산과 수산화 나트륨 수용액은 다음 표와 같다.

혼	반응한 HCl(mL)	반응한 NaOH(mL)	혼합 용액의 액성
A	2	2	염기성
B	4	4	염기성
C	6	6	중성
D	4	4	산성
E	2	2	산성

② 생성된 물의 양이 가장 많은 것은 중화 반응이 가장 많이 일어난 C이다.

⑤ 묽은 염산 대신 아세트산 수용액을 사용해도 중화 반응이 일어나므로 중화열이 발생한다.

바로 알기 ① 수용액의 염기성이 클수록 pH가 크므로 묽은 염산과 수산화 나트륨 수용액이 반응하고 남은 수산화 이온이 가장 많은 A의 pH가 가장 크다.

③ 수소 이온(H^+)과 수산화 이온(OH^-)은 1 : 1의 개수비로 반응하므로, 묽은 염산과 수산화 나트륨 수용액 1 mL에 각 입자가 1개씩 녹아 있다고 가정하면 각 용액에 있는 이온의 수는 다음 표와 같다. 따라서 혼합 용액 속에 있는 전체 이온 수는 $A=E>B=D>C$ 이다.

혼	HCl 속 이온 수(개)	NaOH 속 이온 수(개)	혼합 용액 속 이온 수(개)
A	$H^+ 2, Cl^- 2$	$Na^+ 10, OH^- 10$	$Cl^- 2, Na^+ 10, OH^- 8$
B	$H^+ 4, Cl^- 4$	$Na^+ 8, OH^- 8$	$Cl^- 4, Na^+ 8, OH^- 4$
C	$H^+ 6, Cl^- 6$	$Na^+ 6, OH^- 6$	$Cl^- 6, Na^+ 6$
D	$H^+ 8, Cl^- 8$	$Na^+ 4, OH^- 4$	$Cl^- 8, Na^+ 4, H^+ 4$
E	$H^+ 10, Cl^- 10$	$Na^+ 2, OH^- 2$	$Cl^- 10, Na^+ 2, H^+ 8$

④ 염화 이온(Cl^-)은 반응에 참여하지 않으므로 반응 전후 그 수가 변하지 않는다. 처음에 가한 묽은 염산의 부피가 A~E에서 모두 다르므로 혼합 용액에 들어 있는 염화 이온(Cl^-)의 수는 모두 다르다.

⑥ 묽은 염산과 수산화 나트륨 수용액이 반응할 때 온도가 높아지는 것은 수소 이온(H^+)과 수산화 이온(OH^-)이 반응하여 물(H_2O)을 생성하면서 열(중화열)을 발생하기 때문이다.

⑦ D, E는 산성 용액이므로 페놀프탈레인 용액을 떨어뜨리면 색 변화가 없다.

02 (가) 묽은 염산은 산성 용액이므로 BTB 용액을 떨어뜨리면 노란색을 띤다. 여기에 수산화 나트륨 수용액을 조금씩 가하면 중화 반응이 일어나며, (나) 중화점에 이르면 용액의 색이 초록색으로 변한다. (다) 중화점 이후에는 가한 수산화 나트륨 수용액에 의해 용액이 염기성이 되므로 파란색을 띤다.

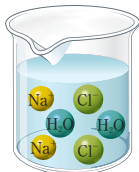
(1) BTB 용액은 산성에서는 노란색, 중성에서는 초록색, 염기성에서는 파란색이므로 (가)는 산성, (나)는 중성, (다)는 염기성이다.

(2) 묽은 염산에 수산화 나트륨 수용액을 가하여 중화시키면 중화점에서 온도가 가장 높고, 중화점 이후에는 가한 수산화 나트륨 수용액에 의해 온도가 낮아진다. 따라서 중화점인 (나)의 온도가 가장 높다.

01 (1) ㉠ CaCl_2 , ㉡ H_2O (2) 중화 반응, $\text{H}^+ + \text{OH}^- \longrightarrow \text{H}_2\text{O}$ **02** (1) 해설 참조 (2) (가) 노란색 (나) 파란색 (다) 초록색 **03** (1) (다) (2) (가), (나) **04** (1) 10개 (2) 나트륨 이온(Na^+) 20개, 수산화 이온(OH^-) 10개, 염화 이온(Cl^-) 10개 **05** (1) (가) 수산화 이온(OH^-) (나) 염화 이온(Cl^-) (2) 해설 참조 **06** 해설 참조 **07** (1) (가) 산성 (나) 산성 (다) 중성 (라) 염기성 (2) (다) **08** (1) A: 염화 이온(Cl^-), B: 칼륨 이온(K^+), C: 수산화 이온(OH^-), D: 수소 이온(H^+) (2) (가) 염기성 (나) 중성 (3) 1 : 1 **09** ㉠, ㉡ **10** ㉠, ㉡ **11** (1) $\text{H}^+ + \text{OH}^- \longrightarrow \text{H}_2\text{O}$ (2) (가), (나), (다) (3) (나)

- 01** (1) (가), (나)의 화학 반응식을 완성하면 다음과 같다.
 (가) $2\text{HCl} + \text{Ca}(\text{OH})_2 \longrightarrow 2\text{H}_2\text{O} + \text{CaCl}_2$
 (나) $\text{HNO}_3 + \text{KOH} \longrightarrow \text{H}_2\text{O} + \text{KNO}_3$
 따라서 ㉠은 CaCl_2 , ㉡은 H_2O 이다.
 (2) (가)에서 산은 HCl , 염기는 $\text{Ca}(\text{OH})_2$, (나)에서 산은 HNO_3 , 염기는 KOH 으로, 공통으로 산의 수소 이온(H^+)과 염기의 수산화 이온(OH^-)이 반응하여 물(H_2O)을 생성하는 중화 반응이 일어난다. 중화 반응의 알짜 이온 반응식은 다음과 같다.
 $\text{H}^+ + \text{OH}^- \longrightarrow \text{H}_2\text{O}$
- 02** (1) 묽은 염산에 수산화 나트륨 수용액을 가하면 수소 이온(H^+)과 수산화 이온(OH^-)이 반응하여 물(H_2O)을 생성하는 중화 반응이 일어난다. 이때 수소 이온(H^+)과 수산화 이온(OH^-)이 1 : 1의 개수비로 반응하므로 (가)의 수소 이온(H^+) 2개와 (나)의 수산화 이온(OH^-) 2개가 반응하여 물(H_2O) 분자 2개를 생성하며, 구경꾼 이온인 염화 이온(Cl^-)과 나트륨 이온(Na^+)의 수는 변하지 않는다.

모범 답안 |



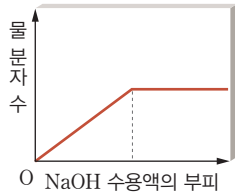
채점 기준	배점(%)
나트륨 이온 모형을 2개, 염화 이온 모형을 2개, 물 분자 모형을 2개 그린 경우	100

(2) (가) 묽은 염산은 산성, (나) 수산화 나트륨 수용액은 염기성, (다) 혼합 용액은 중성이므로 (가)~(다)의 비커에 각각

BTB 용액을 떨어뜨리면 (가)는 노란색, (나)는 파란색, (다)는 초록색이다.

- 03** (1) 농도가 같은 묽은 염산과 수산화 나트륨 수용액은 1 : 1의 부피비로 반응하므로 반응한 묽은 염산과 수산화 나트륨 수용액의 부피는 각각 (가) 10 mL씩, (나) 20 mL씩, (다) 30 mL씩, (라) 20 mL씩, (마) 10 mL씩이다. 따라서 중화 반응이 가장 많이 일어난 (다)의 온도가 가장 높다.
 (2) 농도가 같은 묽은 염산과 수산화 나트륨 수용액은 1 : 1의 부피비로 반응하므로 중화 반응할 수 있는 것보다 (가)는 수산화 나트륨 수용액이 40 mL, (나)는 수산화 나트륨 수용액이 20 mL, (라)는 묽은 염산이 20 mL, (마)는 묽은 염산이 40 mL 더 많다. 따라서 (가), (나)는 염기성이고, (다)는 중성, (라), (마)는 산성이다. 페놀프탈레인 용액은 산성과 중성에서는 무색이고, 염기성에서는 붉은색이다. (가)~(마) 중 염기성 용액은 (가)와 (나)이다.
- 04** 수산화 나트륨(NaOH) 입자 20개를 물에 녹인 수용액에는 나트륨 이온(Na^+) 20개, 수산화 이온(OH^-) 20개가 있고, 염화 수소(HCl) 입자 10개를 물에 녹인 수용액에는 수소 이온(H^+) 10개와 염화 이온(Cl^-) 10개가 있다.
 (1) 수산화 이온(OH^-) 20개와 수소 이온(H^+) 10개가 반응하면 물(H_2O) 분자가 10개 생성되고, 수산화 이온(OH^-) 10개가 남는다.
 (2) 구경꾼 이온인 나트륨 이온(Na^+), 염화 이온(Cl^-)의 수는 반응 전후 변화가 없으므로 반응 후 혼합 용액에는 나트륨 이온(Na^+) 20개, 수산화 이온(OH^-) 10개, 염화 이온(Cl^-) 10개가 남아 있다.
- 05** (1) 묽은 염산(HCl)에 같은 농도의 수산화 나트륨(NaOH) 수용액을 가하여 중화시키면 수소 이온(H^+)은 수산화 이온(OH^-)과 반응하므로 점점 감소하다가 없어지고, 수산화 이온(OH^-)은 수소 이온(H^+)과 반응하므로 처음에는 존재하지 않다가 수소 이온(H^+)이 모두 없어지면 증가한다. 구경꾼 이온인 염화 이온(Cl^-)은 반응에 참여하지 않으므로 처음에 들어 있는 수가 변하지 않고, 나트륨 이온(Na^+)은 수산화 나트륨 수용액을 넣어 주는 만큼 증가한다. 따라서 (가)는 수산화 이온(OH^-), (나)는 염화 이온(Cl^-)의 수를 나타낸 것이다.
 (2) 일정량의 묽은 염산(HCl)에 수산화 나트륨(NaOH) 수용액을 가할 때 중화 반응으로 생성된 물 분자 수는 중화점에서 최대가 되며, 중화점 이후에는 더 이상 중화 반응이 일어나지 않으므로 생성된 물 분자 수는 변하지 않는다.

모범 답안 |



채점 기준	배점(%)
증가하다가 일정해지는 모양으로 옳게 그린 경우	100

- 06 묽은 염산(HCl)에 수산화 나트륨(NaOH) 수용액을 가하면 중화 반응이 일어나서 중화열이 발생하므로 혼합 용액의 온도가 높아진다. 완전히 중화된 지점(중화점) 이후에는 중화 반응이 더 이상 일어나지 않고, 처음과 같은 온도의 수산화 나트륨 수용액이 가해지므로 혼합 용액의 온도가 낮아진다. 따라서 혼합 용액의 온도가 가장 높은 C가 중화점이고, 묽은 염산 10 mL와 수산화 나트륨 수용액 10 mL가 반응하여 완전히 중화되었으므로 두 수용액의 농도가 같음을 알 수 있다.

모범 답안 | C, 혼합 용액의 온도가 가장 높으므로 중화 반응이 완결되었다.

채점 기준	배점(%)
C를 쓰고, 그 이유를 중화 반응으로 옳게 설명한 경우	100
C만 쓴 경우	30

- 07 (1) (가), (나)에는 수소 이온(H^+)이 있으므로 산성, (다)에는 수소 이온(H^+)이나 수산화 이온(OH^-)이 없으므로 중성, (라)에는 수산화 이온(OH^-)이 있으므로 염기성이다.
 (2) 묽은 염산(HCl)에 온도가 같은 수산화 나트륨(NaOH) 수용액을 가하면서 혼합 용액의 최고 온도를 측정하면 중화 반응이 가장 많이 일어난 지점, 즉 중화점에서 온도가 가장 높으므로 (다)의 온도가 가장 높다.
- 08 (1) 수산화 칼륨(KOH) 수용액에 묽은 염산(HCl)을 가하면 수산화 이온(OH^-)은 수소 이온(H^+)과 반응하므로 점점 감소하다가 없어지고, 수소 이온(H^+)은 수산화 이온(OH^-)과 반응하므로 처음에는 존재하지 않다가 수산화 이온(OH^-)이 모두 없어지면 증가한다. 구경꾼 이온인 칼륨 이온(K^+)은 반응에 참여하지 않으므로 처음에 들어 있는 수가 변하지 않고, 염화 이온(Cl^-)은 묽은 염산을 넣어 주는 만큼 증가한다. 따라서 A는 염화 이온(Cl^-), B는 칼륨 이온(K^+), C는 수산화 이온(OH^-), D는 수소 이온(H^+)이다.
 (2) (가)에는 수소 이온(H^+)은 없고 수산화 이온(OH^-)만 있으므로 염기성이고, (나)에는 수소 이온(H^+)이나 수산화 이온

(OH^-)이 모두 없으므로 중성이다. 따라서 (나)는 중화점이다.

(3) 혼합 용액에 수소 이온(H^+)이나 수산화 이온(OH^-)이 모두 없는 (나)가 중화점이고, 이때 수산화 칼륨(KOH) 수용액 40 mL와 반응한 묽은 염산(HCl)은 40 mL이므로 반응한 두 수용액의 농도는 같음을 알 수 있다.

- 09 ㄱ. 중화 반응이 일어날 때 중화열이 발생하므로 혼합 용액의 온도가 가장 높은 지점이 중화 반응이 완결된 지점이다.

ㄷ. BTB 용액은 중성일 때 초록색을 띠므로 용액이 초록색으로 변하는 지점이 중화 반응이 완결된 지점이다.

[바로 알기] ㄴ. 묽은 염산과 수산화 칼륨 수용액의 반응에서는 양금이 생성되지 않는다.

- 10 ㄱ, ㄷ. 산성화된 토양(산)에 석회 가루(염기)를 뿌리는 것, 비누(염기)로 머리를 감은 후 식초(산)를 넣은 물에 행구는 것은 모두 중화 반응을 이용하는 예이다.

[바로 알기] ㄴ. 막힌 하수구에 하수구 세척제를 가하는 것은 강한 염기성 물질인 하수구 세척제가 단백질을 녹이는 성질을 이용한 것이다.

ㄷ. 수돗물에 질산 은($AgNO_3$) 수용액을 가하면 은 이온(Ag^+)이 수돗물의 염화 이온(Cl^-)과 반응하여 염화 은($AgCl$)의 양금이 생성된다. 이는 산과 염기의 중화 반응이 아니다.

- 11 (가)~(다)는 모두 중화 반응의 예로 각각의 경우 산성 물질과 염기성 물질은 다음 표와 같다.

구분	산성 물질	염기성 물질
(가)	폼산(개미산)	암모니아수
(나)	식초, 레몬즙	생선 비린내
(다)	위산	제산제

(1) (가)~(다)에서는 중화 반응이 공통으로 일어나며, 중화 반응의 알짜 이온 반응식은 $H^+ + OH^- \rightarrow H_2O$ 이다.

(2) 중화 반응이 일어날 때 중화열이 발생하므로 (가)~(다) 모두 열이 발생하는 반응이다.

(3) 중화 반응의 결과 반응 전보다 pH가 낮아지는 것은 염기성 물질을 산성 물질로 중화시키는 경우인 (나)이다.

중단원 개념 모아 정리하기

2권 46~47쪽

- | | | |
|--------------------------|----------------------------|---------|
| ① 산화 | ② 환원 | ③ 산화 |
| ④ 환원 | ⑤ 산화 | ⑥ 환원 |
| ⑦ 산화 | ⑧ 환원 | ⑨ 광합성 |
| ⑩ 수소 이온(H ⁺) | ⑪ 수산화 이온(OH ⁻) | |
| ⑫ 수소 이온(H ⁺) | ⑬ 수산화 이온(OH ⁻) | |
| ⑭ (-)극 | ⑮ 수산화 이온(OH ⁻) | |
| ⑯ 노란색 | ⑰ 붉은색 | ⑱ 중화 반응 |
| ⑲ 중화열 | ⑳ 중화점 | |

실력 높여 Top으로!

2권 48~54쪽

- | | | | | | |
|---------|---------|------|------|------|------|
| 01 ① | 02 ⑤ | 03 ① | 04 ⑤ | 05 ① | 06 ⑤ |
| 07 ⑤ | 08 ③ | 09 ② | 10 ⑤ | 11 ⑤ | 12 ④ |
| 13 ③ | 14 ③, ⑤ | 15 ③ | 16 ④ | 17 ⑤ | 18 ② |
| 19 ② | 20 ⑤ | 21 ① | 22 ② | 23 ⑤ | 24 ② |
| 25 ③, ④ | 26 ⑤ | 27 ⑤ | 28 ③ | 29 ③ | 30 ③ |

01 ㄱ. ㉠은 철이다. 철을 제련하는 과정($2\text{Fe}_2\text{O}_3 + 3\text{C} \longrightarrow 4\text{Fe} + 3\text{CO}_2$)에서 발생하는 이산화 탄소는 온실 기체 중 하나이다.

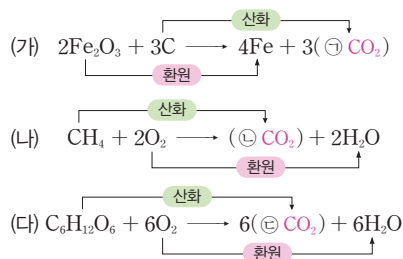
바로 알기 ㄴ. ㉡은 광합성으로, 광합성은 태양으로부터 오는 빛에너지를 흡수하여 포도당의 형태로 저장시키는 역할을 한다.

ㄷ. ㉢은 석탄, 석유, 메테인과 같은 화석 연료로, 주성분은 탄소(C), 수소(H)이다.

02

자료 해석하기

철의 제련, 메테인의 연소, 세포 호흡에서 일어나는 산화 환원



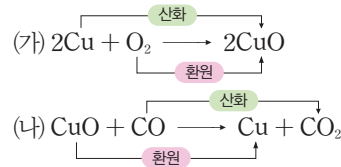
① (가)~(다)에서 ㉠~㉢은 모두 이산화 탄소(CO₂)이다.

② (가)에서는 코크스(C)가 산화되어, (나)에서는 메테인(CH₄)이 산화되어, (다)에서는 포도당(C₆H₁₂O₆)이 산화되어 이산화 탄소(CO₂)가 생성된다.

③, ④ (가)에서 환원되는 물질은 산화 철(III)(Fe₂O₃)이고, (나)와 (다)에서 환원되는 물질은 산소(O₂)이다.

바로 알기 ⑤ (가)는 고온의 용광로에서 일어나는 반응으로, 열에너지를 가해야 일어나는 반응이다.

03 (가)와 (나)에서 일어나는 반응은 다음과 같다.



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

바로 알기 ㄴ. (나)에서 이온 결합 물질인 산화 구리(II)를 이루는 구리 이온(Cu²⁺)은 전자를 얻어 구리로 환원된다.

ㄷ. (가)에서는 구리가 산소와 결합하므로 구리판의 질량이 증가하지만, (나)에서는 산화 구리(II)가 산소를 잃고 구리로 되므로 구리판의 질량이 감소한다.

04 ①, ② (가)에서 일어나는 반응은 $2\text{Cu} + \text{O}_2 \longrightarrow 2\text{CuO}$ 이다. 이때 구리는 산소와 결합하므로 결합한 산소의 질량만큼 구리 가루의 질량은 증가한다.

③, ④ (나)에서 일어나는 반응은 $2\text{CuO} + \text{C} \longrightarrow 2\text{Cu} + \text{CO}_2$ 이다. 이때 탄소는 산소와 결합하므로 산화되며, 시험관 안에 있던 물질인 산화 구리(II)와 탄소가 반응하여 생성된 이산화 탄소가 시험관 밖으로 빠져나가므로 질량이 감소한다.

바로 알기 ⑤ 석회수는 수산화 칼슘이 녹아 있는 수용액이다. 이산화 탄소가 석회수와 반응하여 석회수가 뿌옇게 흐려지는 것은 다음과 같이 중화 반응이 일어나기 때문이다.



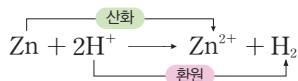
05

자료 해석하기

금속과 산의 반응과 금속과 금속 이온의 반응



(가)에서 Zn은 Zn^{2+} 이 되면서 전자 2개를 잃고, H^+ 은 전자 1개를 얻으므로 Zn과 H^+ 은 1 : 2의 개수비로 반응한다. 즉, Zn 1개가 Zn^{2+} 으로 될 때 H^+ 2개가 H_2 로 되므로 이온 수가 감소한다.



(나)에서 Zn이 전자 2개를 잃을 때 Cu^{2+} 은 전자 2개를 얻으므로 Zn과 Cu^{2+} 이 1 : 1의 개수비로 반응한다.



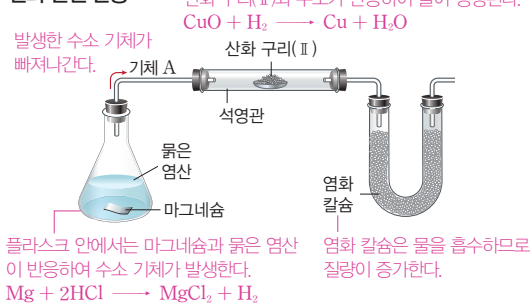
ㄱ. (가)와 (나)에서는 모두 Zn이 전자를 잃고 Zn^{2+} 으로 산화된다.

바로 알기 ㄴ. (가)에서는 Zn이 산화되어 용액 속으로 녹아 들어가므로 Zn 조각 전체의 질량이 감소한다. (나)에서는 Zn이 산화되어 용액 속으로 녹아 들어갈 때 Cu^{2+} 이 Cu로 환원되어 아연 조각 표면에 석출되기 때문에 주어진 자료만으로는 아연 조각 전체의 질량 변화를 판단할 수 없다.

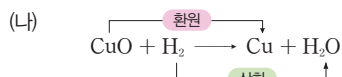
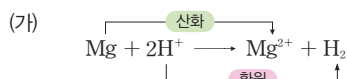
ㄷ. (가)에서는 Zn^{2+} 1개가 생성될 때 H^+ 2개가 수소 기체로 되어 공기 중으로 날아가므로 이온 수가 감소하지만, (나)에서는 Zn^{2+} 1개가 생성될 때 Cu^{2+} 1개가 Cu로 석출되므로 이온 수에는 변화가 없다.

06 자료 해석하기

산화 환원 반응



(가), (나)에서 일어나는 반응의 화학 반응식은 다음과 같다.



①, ② (가)에서 일어나는 반응은 $\text{Mg} + 2\text{H}^+ \longrightarrow \text{Mg}^{2+} + \text{H}_2$ 이다. 이때 Mg는 전자를 잃고 Mg^{2+} 으로 산화되고, 발

생하는 기체 A는 수소이다.

③ (나)에서 일어나는 반응은 $\text{CuO} + \text{H}_2 \longrightarrow \text{Cu} + \text{H}_2\text{O}$ 이다. 이때 기체 A(H_2)는 산소와 결합하므로 산화된다.

④ 염화 칼슘(CaCl_2)은 물(H_2O)을 흡수하는 성질이 있다.

바로 알기 ⑤ (나)에서 감소한 산화 구리(II)의 질량은 구리로 환원되면서 잃은 산소의 질량과 같다. 염화 칼슘은 물을 흡수하는 성질이 있기 때문에 증가한 염화 칼슘관의 질량은 반응에서 생성된 물의 질량이다. 따라서 증가한 염화 칼슘관의 질량이 감소한 산화 구리(II)의 질량보다 더 크다.

07 알루미늄 판을 염화 구리(II) 수용액에 넣으면 다음과 같은 반응이 일어난다.



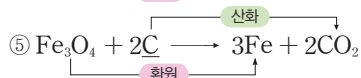
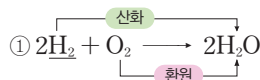
①, ② 알루미늄(Al)은 전자를 잃고 알루미늄 이온(Al^{3+})으로 되므로 산화된다. 이 전자를 받아 구리 이온(Cu^{2+})은 구리(Cu)로 환원되므로 전자는 알루미늄에서 구리 이온으로 이동한다.

③ 염화 구리(II) 수용액이 푸른색을 띠는 것은 구리 이온(Cu^{2+}) 때문인데, 반응이 일어나면 구리 이온(Cu^{2+})이 감소하므로 수용액의 색이 옅어진다.

④ 접착용 필름을 붙인 부분에서는 알루미늄과 구리 이온이 반응할 수 없으므로 접착용 필름을 붙이지 않은 부분에서만 반응이 일어난다.

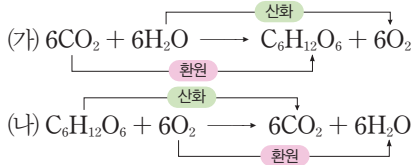
바로 알기 ⑤ 알루미늄 판을 꺼내어 흐르는 물에 씻으면 석출된 구리가 제거된다. 그리고 필름을 떼어내면 필름을 붙인 부분의 알루미늄은 반응하지 않았으므로 필름을 붙였던 부분만 불룩하게 남아 있게 된다.

08 각각의 화학 반응식에서 산화와 환원을 표시하면 다음과 같다.



바로 알기 ③ $2\text{CuO} + \text{C} \longrightarrow 2\text{Cu} + \text{CO}_2$ 에서 CuO는 산소를 잃고 Cu로 환원되었다.

- 09 (가)는 식물의 엽록체에서 일어나는 광합성을 나타낸 것이고, (나)는 세포 속 미토콘드리아에서 일어나는 세포 호흡을 나타낸 것이다.



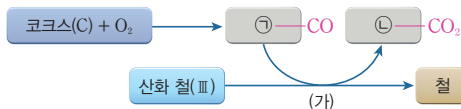
- ① (가)는 광합성이고, (나)는 세포 호흡이다.
 ③ (가)는 빛에너지를 이용하여 포도당의 형태로 에너지를 저장하는 과정이고, (나)는 포도당을 반응시켜 에너지를 방출하는 과정이다.
 ④ (가)의 반응물은 (나)의 생성물과 같고, (가)의 생성물은 (나)의 반응물과 같다.
 ⑤ (가)에서 물과 반응하는 A는 CO_2 이고, (나)에서 세포 호흡으로 물과 함께 생성된 물질 A는 CO_2 이다.

바로 알기 ② (가) 광합성에서 산화되는 것은 물이고, 환원되는 것은 A(CO_2)이다.

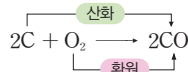
10

자료 해석하기

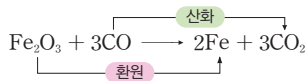
철의 제련 과정에서 일어나는 산화 환원



• 코크스가 불완전 연소하면 다음과 같이 산화 환원 반응이 일어나 일산화 탄소가 생성된다.

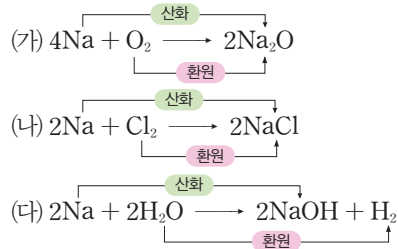


• 산화 철(Ⅲ)과 일산화 탄소가 반응하면 다음과 같이 산화 환원 반응이 일어난다.



- ㉠. ㉠은 CO로, 코크스(C)의 불완전 연소에 의해 생성된다. 완전 연소가 일어나면 CO_2 가 생성된다.
 ㉡. ㉡은 CO_2 로 물과 함께 광합성 반응의 반응물이다.
 ㉢. 과정 (가)는 $\text{Fe}_2\text{O}_3 + 3\text{CO} \longrightarrow 2\text{Fe} + 3\text{CO}_2$ 로 산화 철(Ⅲ)은 산소를 잃고 철로 환원된다.

- 11 (가)~(다)에서 일어나는 반응은 모두 산화 환원 반응으로, 산화되는 물질과 환원되는 물질을 각각 나타내면 다음과 같다.

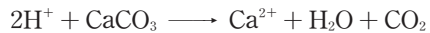


- ① (가)의 반응이 일어날 때 나트륨은 산화되고, 산소는 환원된다.
 ② (나)의 반응이 일어날 때 열과 빛을 발생하므로 에너지를 방출하는 반응이다.
 ③ (가)와 (나)에서 산화된 물질은 모두 나트륨이고, (다)에서 산화된 물질도 나트륨이다.
 ④ (가)의 생성물인 산화 나트륨(Na_2O)과 (나)의 생성물인 염화 나트륨(NaCl)은 모두 금속 원소와 비금속 원소가 결합한 이온 결합 물질이다.

바로 알기 ⑤ (가), (나), (다)는 모두 산화 환원 반응이다.

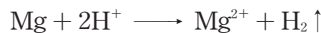
- 12 (가)로 분류한 HCl, H_2SO_4 , CH_3COOH 은 모두 산이고, (나)로 분류한 NaOH, $\text{Ca}(\text{OH})_2$, NH_3 는 모두 염기이다.

- ① BTB 용액은 산성에서는 노란색, 중성에서는 초록색, 염기성에서는 파란색이므로 산인 (가)의 수용액에 BTB 용액을 넣으면 노란색으로 변한다.
 ② 산인 (가)의 수용액에는 수소 이온(H^+)이 있으므로 탄산 칼슘을 넣으면 다음과 같은 반응이 일어나며 이산화 탄소 기체가 발생한다.

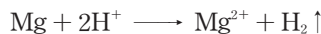


- ③ 염기인 (나)의 수용액에는 수산화 이온(OH^-)이 들어 있다.
 ⑤ 산이나 염기 모두 물에 녹아 이온으로 나누어지는 물질이므로 수용액은 전류가 흐른다.

바로 알기 ④ 염기인 (나)의 수용액은 마그네슘과 반응하지 않는다. 산인 (가)의 수용액에 마그네슘을 넣으면 다음과 같은 반응이 일어나며 수소 기체가 발생한다.



- 13 산의 수용액에 마그네슘 리본을 넣으면 수소 기체가 발생한다.



- ㉠. BTB 용액은 산성에서는 노란색이므로 산인 A의 수용액에 BTB 용액을 넣으면 노란색으로 변한다.
 ㉢. 마그네슘 리본 대신 탄산 칼슘을 넣으면 이산화 탄소 기체가 발생하여 풍선에 모이므로 마찬가지로 풍선이 부풀어오른다.

[바로 알기] 나. 풍선에 모인 기체는 수소로, 석회수에 통과시켜도 변화가 일어나지 않는다.

- 14 ③, ⑤ Mg은 Mg^{2+} 이 되면서 전자 2개를 잃고 H^+ 은 전자 1개를 얻으므로 Mg과 H^+ 은 1 : 2의 개수비로 반응한다. 또, 산과 마그네슘이 반응할 때 음이온은 반응에 관여하지 않는다. 따라서 수소 이온 수와 전체 이온 수는 감소한다.

[바로 알기] ① pH는 수용액에 있는 수소 이온(H^+)의 농도를 수치로 나타낸 값으로, H^+ 의 농도가 클수록 pH가 작다. Mg과 H^+ 이 반응하면 H^+ 이 감소하므로 pH는 증가한다.

② 음이온은 반응에 관여하지 않는 구경꾼 이온이므로 음이온 수는 변하지 않는다.

④ Mg은 Mg^{2+} 으로 되므로 Mg^{2+} 의 수는 증가한다.

- 15 ③ 푸른색 리트머스 종이를 붉은색으로 변화시키는 것은 수소 이온(H^+)으로, 수소 이온의 이동을 확인하기 위한 실험 장치이다.

[바로 알기] ①, ④ 푸른색 리트머스 종이를 붉은색으로 변화시키는 것은 수소 이온으로, 전류를 흐르게 하면 (-)극 쪽으로 이동하므로 A는 (-)극이고, B는 (+)극이다. 질산 이온(NO_3^-)은 리트머스 종이의 색을 변화시키지 않는다.

② B는 (+)극으로, 음이온인 염화 이온(Cl^-), 질산 이온(NO_3^-)이 (+)극 쪽으로 이동한다. 다만 이들 이온은 리트머스 종이의 색을 변화시키지 않으므로 눈으로 이동을 확인할 수 없을 뿐이다.

⑤ 전극을 바꾸면 이온의 이동 방향이 반대가 되므로 푸른색 리트머스 종이의 색이 변하는 방향도 반대로 바뀐다.

16 자료 해석하기

지시약의 색 변화

구분	A 수용액	B 수용액	C 수용액
페놀프탈레인 용액	염기성 붉은색	무색	무색
BTB 용액	파란색	초록색	노란색-산성
메틸 오렌지 용액	노란색	중성 노란색	빨간색

- A 수용액은 페놀프탈레인 용액을 떨어뜨렸을 때 붉은색으로 변하고, BTB 용액을 떨어뜨렸을 때 파란색으로 변하므로 염기성 용액이다.
- B 수용액은 BTB 용액을 떨어뜨렸을 때 초록색으로 변하고, 페놀프탈레인 용액을 떨어뜨렸을 때 무색이므로 B 수용액은 중성 용액이다.
- C 수용액은 BTB 용액을 떨어뜨렸을 때 노란색으로 변하므로 산성 용액이다.

A 수용액은 페놀프탈레인 용액을 떨어뜨렸을 때 붉은색이고, BTB 용액을 떨어뜨렸을 때 파란색이므로 염기성 용액이다. B 수용액은 BTB 용액을 떨어뜨렸을 때 초록색이고, 페놀프탈레인 용액을 떨어뜨렸을 때 무색이므로 중성 용액이다. C 수용액은 BTB 용액을 떨어뜨렸을 때 노란색이므로 산성 용액이다.

① B 수용액은 중성 용액이므로 메틸 오렌지 용액을 떨어뜨리면 노란색을 띤다. 따라서 ㉠은 노란색이다.

② C 수용액은 산성 용액이므로 메틸 오렌지 용액을 떨어뜨리면 빨간색을 띤다. 따라서 ㉡은 빨간색이다.

③ A 수용액은 염기성 용액이므로 pH가 7보다 크다.

⑤ C 수용액은 산성 용액이므로 푸른색 리트머스 종이를 붉은색으로 변화시킨다.

[바로 알기] ④ 중성 용액인 B 수용액에는 수소 이온(H^+)이나 수산화 이온(OH^-)이 없으나, 염기성 용액인 A 수용액에는 수산화 이온(OH^-)이 있다.

- 17 ① (가) 수용액에 있는 이온 수의 비가 A 이온 : $H^+ = 1 : 1$ 이므로 A 이온의 전하는 -1이다.

② (나) 수용액에 있는 이온 수의 비가 B 이온 : $OH^- = 1 : 2$ 이므로 B 이온의 전하는 +2이다.

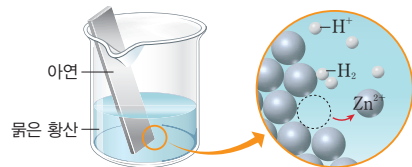
③ 마그네슘(Mg)과 반응하여 수소(H_2) 기체를 발생시키는 것은 산의 공통적인 성질이므로 H^+ 이 있는 (가)이다.

④ 페놀프탈레인 용액을 붉은색으로 변화시키는 것은 염기의 공통적인 성질이므로 OH^- 이 있는 (나)이다.

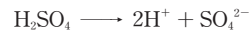
[바로 알기] ⑤ 달걀 껍데기의 주성분인 탄산 칼슘($CaCO_3$)과 반응하여 이산화 탄소(CO_2) 기체를 발생시키는 것은 H^+ 이 있는 (가)이다.

18 자료 해석하기

산과 금속의 반응



- 황산(H_2SO_4)은 물에 녹아 다음과 같이 이온화하므로 묽은 황산에는 수소 이온(H^+)과 황산 이온(SO_4^{2-})이 있다.



- 아연을 묽은 황산에 넣으면 다음과 같이 산화 환원 반응이 일어난다.



붉은 황산에 아연을 넣으면 수소 기체가 발생한다.



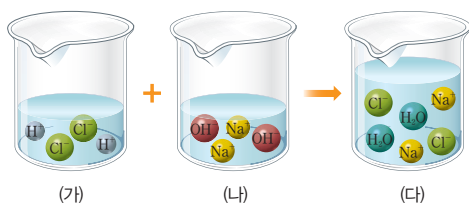
ㄷ. H^+ 2개가 반응할 때 Zn^{2+} 1개가 생성되므로 반응이 진행될수록 수용액 속 양이온의 수는 감소한다. 음이온인 SO_4^{2-} 은 구경꾼 이온이므로 반응이 진행되어도 그 수가 변하지 않는다.

바로 알기 ㄱ. 아연은 아연 이온으로 산화되어 수용액에 녹아 들어가므로 아연판의 질량은 감소한다.

ㄴ. 아연판 주위에서 수소 이온은 전자를 얻어 수소 기체로 환원된다.

- 19 HCl , NaOH , HNO_3 , $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 중 HCl , HNO_3 은 산이고, NaOH , $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 은 염기이다. 페놀프탈레인 용액을 붉은색으로 변화시키는 것은 염기인 NaOH , $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 의 수용액이다. 이 중 이산화 탄소를 가하면 앙금을 생성하는 것은 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 수용액(석회수)이므로 (가)는 $\text{Ca}(\text{OH})_2$, (나)는 NaOH 이다. 페놀프탈레인 용액의 색을 변화시키지 않는 것은 산인 HCl , HNO_3 의 수용액이고, 이 중 질산은 수용액과 반응하여 앙금을 생성하는 것은 HCl 수용액이다. 따라서 (다)는 HCl , (라)는 HNO_3 이다.

- 20 중화 반응이 일어나면 H^+ 과 OH^- 은 1 : 1의 개수비로 반응하여 물(H_2O)을 생성하는데, (가)의 수용액에는 H^+ 이 2개, (나)의 수용액에는 OH^- 이 2개 있으므로 (가)와 (나)를 혼합하면 H_2O 2개가 생성된다. 그리고 구경꾼 이온인 Na^+ , Cl^- 의 수는 변하지 않는다.

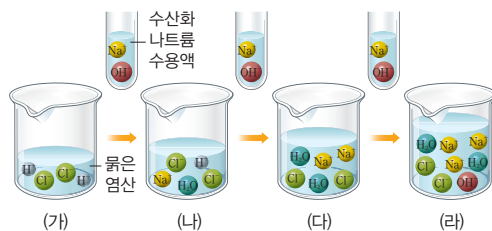


- (가)와 (나)를 혼합하면 중화열이 발생하므로 (다)의 온도는 (나)보다 높다.
- (가)는 산성, (나)는 염기성, (다)는 중성이므로 pH 는 (나) > (다) > (가)이다.
- (가), (나), (다) 수용액에는 모두 이온이 존재하므로 전류가 흐른다.
- 중화 반응의 알짜 이온 반응식은 $\text{H}^+ + \text{OH}^- \longrightarrow \text{H}_2\text{O}$ 이다.

바로 알기 ⑤ (다)에는 OH^- 이 없으므로 붉은 염산을 더 넣어 주어도 더 이상 중화 반응이 일어나지 않는다.

21 자료 해석하기

붉은 염산과 수산화 나트륨 수용액의 중화 반응



(가)~(라)에서 각 이온 수의 변화, 생성된 물(H_2O) 분자 수, 용액의 액성은 다음 표와 같다.

용액	(가)	(나)	(다)	(라)
H^+ 수	2	1	0	0
Cl^- 수	2	2	2	2
Na^+ 수	0	1	2	3
OH^- 수	0	0	0	1
총 이온 수	4	4	4	6
H_2O 수	0	1	2	2
액성	산성	산성	중성	염기성

붉은 염산에 수산화 나트륨 수용액을 가하여 중화시키는 것을 나타낸 모형에서 (가), (나)에는 H^+ 이 있으므로 산성 용액이고, (다)에는 H^+ 이나 OH^- 이 없으므로 중성 용액이고, (라)에는 OH^- 이 있으므로 염기성 용액이다.

ㄱ. (다)는 붉은 염산의 H^+ 과 수산화 나트륨 수용액의 OH^- 이 모두 반응한 중화점으로, (다)의 온도가 가장 높으며 (다)에 수산화 나트륨 수용액을 가하여도 중화 반응은 더 이상 일어나지 않으므로 (라)의 온도는 (다)보다 낮다.

바로 알기 ㄴ. 구경꾼 이온인 Cl^- 의 수는 변하지 않으므로 Cl^- 의 수는 (가)=(나)=(다)=(라)이다.

ㄷ. 페놀프탈레인 용액을 붉은색으로 변화시키는 것은 OH^- 이 들어 있어 염기성을 띠는 (라)이다. (가)와 (나)는 산성 용액이므로 페놀프탈레인 용액의 색을 변화시키지 않는다.

- 22 ① OH^- 은 H^+ 과 반응하므로 처음에는 존재하지 않다가 H^+ 이 모두 없어지면 증가한다. 따라서 이를 옳게 나타낸 그래프는 ㄱ이다.

② 일정량의 붉은 염산(HCl)에 수산화 나트륨(NaOH) 수용액을 가할 때 중화 반응으로 생성된 물 분자 수는 중화점에서 최대가 되며, 중화점 이후에는 중화 반응이 더 이상 일어나지 않으므로 생성된 물 분자 수는 변하지 않는다. 따라서 이를 옳게 나타낸 그래프는 ㄴ이다.

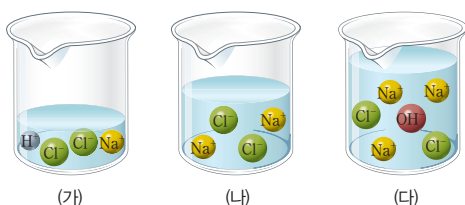
23 ㄱ. 혼합 용액 속에 있는 이온 중에서 수산화 나트륨 수용액 속에 들어 있던 Na^+ 과 OH^- 을 제외하면 H^+ 과 SO_4^{2-} 이 남게 된다. 이로부터 X는 황산(H_2SO_4)임을 알 수 있다.

ㄴ. 혼합 용액 속에 H^+ 이 있으므로 용액의 액성은 산성이며, 산성 용액의 pH는 7보다 작다.

ㄷ. 혼합 용액 속에 H^+ 이 있으므로 수산화 나트륨 수용액을 더 넣어 주면 중화 반응이 더 일어난다.

24 자료 해석하기

물은 염산과 수산화 나트륨 수용액의 중화 반응



- (가)에는 Na^+ 이 1개 있으므로 OH^- 1개가 반응하여 H_2O 1개를 생성하였다. 또, Cl^- 이 2개 있고 H^+ 은 1개 있으므로 이로부터도 H^+ 1개가 반응하였음을 알 수 있다. \Rightarrow 반응한 H^+ 1개, OH^- 1개
- (나)에는 Na^+ 이 2개 있고, Cl^- 이 2개 있으므로 H^+ 2개와 OH^- 2개가 반응하였다. \Rightarrow 반응한 H^+ 2개, OH^- 2개
- (다)에는 Na^+ 이 3개 있고, OH^- 이 1개 있으므로 반응한 OH^- 은 2개이다. 또, Cl^- 이 2개 있으므로 H^+ 2개가 반응하였다. \Rightarrow 반응한 H^+ 2개, OH^- 2개

ㄷ. 구경꾼 이온인 Na^+ , Cl^- 의 수는 반응 전후 변하지 않고, 반응 전 H^+ 의 수는 Cl^- 의 수와 같고 OH^- 의 수는 Na^+ 의 수와 같으므로 반응 전 (가)~(다)의 각 이온 수와 반응한 이온 수, 생성된 물 분자 수는 다음 표와 같다. 따라서 중화 반응에 의해 생성된 물의 양은 (나)와 (다)가 같다.

용액	(가)	(나)	(다)
반응 전 이온 수	$\text{Na}^+ : 1, \text{OH}^- : 1$ $\text{H}^+ : 2, \text{Cl}^- : 2$	$\text{Na}^+ : 2, \text{OH}^- : 2$ $\text{H}^+ : 2, \text{Cl}^- : 2$	$\text{Na}^+ : 3, \text{OH}^- : 3$ $\text{H}^+ : 2, \text{Cl}^- : 2$
반응한 이온 수	$\text{H}^+ : 1, \text{OH}^- : 1$	$\text{H}^+ : 2, \text{OH}^- : 2$	$\text{H}^+ : 2, \text{OH}^- : 2$
생성된 H_2O 수	1	2	2

바로 알기 ㄱ. 혼합 용액의 pH가 가장 큰 것은 OH^- 이 들어 있어 염기성을 띠는 (다)이다.

ㄴ. BTB 용액을 떨어뜨렸을 때 파란색으로 변하는 것은 OH^- 이 들어 있어 염기성을 띠는 (다)이다.

25 같은 농도의 묽은 염산과 수산화 나트륨 수용액은 1 : 1의 부피비로 반응한다. 따라서 혼합 전 수산화 나트륨 수용액의 부피가 더 많은 (가)와 (나)의 혼합 용액의 액성은 염기성이고, 혼합 전 묽은 염산의 부피가 더 많은 (라)와 (마)의 혼합 용액의 액성은 산성이고, 혼합 전 묽은 염산과 수산화 나트륨 수용액의 부피가 같은 (다)의 혼합 용액의 액성은 중성이다.

① (라)(묽은 염산 25 mL + 수산화 나트륨 수용액 15 mL)에서 반응한 묽은 염산과 수산화 나트륨 수용액의 부피는 각각 15 mL이고, (마)(묽은 염산 30 mL + 수산화 나트륨 수용액 10 mL)에서 반응한 묽은 염산과 수산화 나트륨 수용액의 부피는 각각 10 mL이다. 반응하는 수소 이온과 수산화 이온의 수가 많을수록 중화열이 많이 발생하므로 (마)에서 혼합 용액의 최고 온도는 28 °C보다 낮다.

② 혼합 용액에 남아 있는 수산화 이온의 수가 가장 많은 것은 혼합 전 수산화 나트륨 수용액의 부피가 가장 많고, 묽은 염산의 부피가 가장 적은 (가)이다.

⑤ (마)(묽은 염산 30 mL + 수산화 나트륨 수용액 10 mL)에서 묽은 염산과 수산화 나트륨 수용액은 각각 10 mL가 반응하고, 반응하지 않은 수소 이온이 남아 있다. 따라서 (마)에 마그네슘 조각을 넣으면 수소 기체가 발생한다.

바로 알기 ③ (나)의 혼합 용액의 액성은 염기성이고, (라)의 혼합 용액의 액성은 산성이므로 pH를 비교하면 (나) > (라)이다.

④ BTB 용액을 떨어뜨리면 파란색으로 변하는 것은 혼합 용액의 액성이 염기성인 (가)와 (나)이다.

26 같은 농도의 묽은 염산과 수산화 나트륨 수용액은 1 : 1의 부피비로 반응한다. 따라서 혼합 전 수산화 나트륨 수용액의 부피가 더 많은 A와 B의 혼합 용액의 액성은 염기성이고, 혼합 전 묽은 염산의 부피가 더 많은 D와 E의 혼합 용액의 액성은 산성이고, 혼합 전 묽은 염산과 수산화 나트륨 수용액의 부피가 같은 C의 혼합 용액의 액성은 중성이다.

① OH^- 이 있는 것은 혼합 용액의 액성이 염기성인 A와 B이다.

② 페놀프탈레인 용액을 떨어뜨리면 붉은색으로 변하는 것은 혼합 용액의 액성이 염기성인 A와 B이다.

③ BTB 용액을 떨어뜨리면 초록색으로 변하는 것은 혼합 용액의 액성이 중성인 C이다.

④ 혼합 전 묽은 염산의 부피가 더 많은 D와 E의 혼합 용액의 액성은 산성이다.

바로 알기 ⑤ 반응한 묽은 염산과 수산화 나트륨 수용액의 부피가 가장 많은 C의 혼합 용액의 온도가 가장 높으며, 생성된 물 분자 수도 가장 많다.

27 일정량의 묽은 염산에 수산화 나트륨 수용액을 가할 때 중화 반응으로 생성된 물 분자의 수는 중화점에서 최대가 되며, 그 이후에는 중화 반응이 더 이상 일어나지 않으므로 생성된 물 분자 수는 변하지 않는다. 따라서 (가)는 중화점 이전이고, (나)는 중화점, (다)는 중화점 이후이다.

① (가)는 산성 용액이므로 마그네슘을 넣어 주면 수소 기체가 발생한다.

② (나)는 중화점이므로 용액의 온도는 (나)가 (다)보다 높다.

③ (가)는 산성 용액, (나)는 중성 용액, (다)는 염기성 용액이므로 용액의 pH를 비교하면 (가)<(나)<(다)이다.

④ BTB 용액을 떨어뜨리면 파란색으로 변하는 것은 염기성 용액인 (다)이다.

[바로 알기] ⑤ Na^+ 은 반응에 참여하지 않으므로 넣어 준 수산화 나트륨 수용액의 부피가 클수록 많으므로 Na^+ 의 수는 (가)<(나)<(다)이다.

28 (가)는 H^+ 이 존재하고 BTB 용액을 떨어뜨렸을 때 노란색이므로 산성 용액이고, (나)는 BTB 용액을 떨어뜨렸을 때 파란색이므로 염기성 용액이다. (다)는 BTB 용액을 떨어뜨렸을 때 초록색이므로 중성 용액이다.

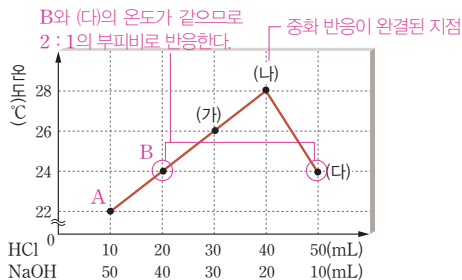
ㄱ. (가)는 산성, (나)는 염기성, (다)는 중성 용액이므로 pH를 비교하면 (나)>(다)>(가)이다. 즉, (나)의 pH가 가장 크다.

ㄴ. (가)는 산성 용액, (나)는 염기성 용액이므로 (가)와 (나)를 혼합하면 중화 반응이 일어난다. 따라서 혼합 용액의 온도는 높아진다.

[바로 알기] ㄷ. (나)는 BTB 용액을 떨어뜨렸을 때 파란색이므로 OH^- 이 존재하는 염기성 용액임을 알 수 있다. 주어진 자료만으로는 (다)의 용액에 존재하는 음이온의 종류는 알 수 없으나 염기성 용액이 아니므로 OH^- 은 존재하지 않는다.

29 자료 해석하기

농도가 다른 묽은 염산과 수산화 나트륨 수용액의 중화 반응



• B와 (다)의 온도가 같고, (나)의 온도가 가장 높으므로 묽은 염산과 수산화 나트륨 수용액은 2 : 1의 부피비로 반응한다. ➔ 수산화 나트륨 수용액의 농도가 묽은 염산의 2배이다.

• A, B, (가), (나), (다)에서 반응한 묽은 염산과 수산화 나트륨 수용액의 부피는 다음 표와 같다.

용액	A	B	(가)	(나)	(다)
반응한 HCl(mL)	10	20	30	40	20
반응한 NaOH(mL)	5	10	15	20	10
액성	염기성	염기성	염기성	중성	산성

혼합 용액의 총 부피는 모두 같고, 묽은 염산 20 mL와 수산화 나트륨 수용액 40 mL를 혼합한 용액과 묽은 염산 50 mL와 수산화 나트륨 수용액 10 mL를 혼합한 용액의 온도가 같고, (나)에서 혼합 용액의 최고 온도가 가장 높으므로 (나)는 완전히 중화되었다. 따라서 묽은 염산과 수산화 나트륨 수용액은 2 : 1의 부피비로 반응함을 알 수 있다.

③ (가)에서는 묽은 염산 30 mL와 수산화 나트륨 수용액 15 mL가 반응하고, 반응하지 않은 수산화 이온이 남아 있으므로 (가)의 액성은 염기성이다. (다)에서는 묽은 염산 20 mL와 수산화 나트륨 수용액 10 mL가 반응하고, 수소 이온이 남아 있으므로 (다)의 액성은 산성이다. 따라서 (가)와 (다)를 혼합하면 중화 반응이 일어나므로 물이 생성된다.

[바로 알기] ① 묽은 염산과 수산화 나트륨 수용액은 2 : 1의 부피비로 반응하므로 (가)에는 반응하지 않은 수산화 이온이 남아 있다. 따라서 (가)의 액성은 염기성이고, pH는 7보다 크다.

② (나)의 액성은 중성이므로 페놀프탈레인 용액을 떨어뜨려도 색이 변하지 않는다.

④ (가)에서 반응한 묽은 염산은 30 mL, 수산화 나트륨 수용액은 15 mL이고, (다)에서 반응한 묽은 염산은 20 mL, 수산화 나트륨 수용액은 10 mL이다. 반응한 물질의 양은 (가)가 (다)의 1.5배이므로 생성된 물 분자 수도 1.5배이다.

⑤ 묽은 염산과 수산화 나트륨 수용액은 2 : 1의 부피비로 반응하므로 묽은 염산과 수산화 나트륨 수용액의 농도비는 1 : 2이다. 따라서 같은 부피 속에 들어 있는 이온 수는 묽은 염산이 수산화 나트륨 수용액의 $\frac{1}{2}$ 이다.

30 ㄱ, ㄴ. 벌레에 물려 가려운 곳에 암모니아수를 바르는 것은 중화 반응을 이용한 것이다. 산성화된 토양에 석회 가루를 뿌리거나, 위산 과다로 속이 쓰릴 때 제산제를 먹는 것은 중화 반응을 이용하는 예이다.

[바로 알기] ㄷ. 깎아 놓은 사과가 갈변되는 것은 산소와 반응하기 때문이므로 소금물에 담가 산소의 접촉을 막는다.

- 01 모범 답안** | (1) 광합성은 대기 중 산소의 농도를 증가시켰고, 산소는 오존층을 만들어 태양으로부터 오는 유해한 자외선 등을 차단하여 육상 생물의 출현을 가능하게 하였다.
- (2) 태양으로부터 오는 빛에너지는 광합성에 의해 포도당에 화학 에너지로 저장되고, 생물들은 생명 활동에 필요한 에너지를 세포 호흡에 의해 포도당에 저장된 에너지로부터 얻는다.

채점 기준		배점(%)
(1)	산소, 오존층, 자외선을 포함시켜 옳게 설명한 경우	50
	산소, 오존층, 자외선 중 한 가지를 누락하고 설명한 경우	30
(2)	태양의 빛에너지, 광합성과 세포 호흡에서의 에너지 출입 관계를 포함하여 옳게 설명한 경우	50
	세 가지 중 한 가지가 누락되거나 잘못 설명한 경우	30

해설 | (1) 광합성은 태양의 빛에너지를 이용하여 이산화 탄소와 물로부터 포도당과 산소를 만드는 화학 반응으로, 광합성을 하는 생물이 출현하면서 대기 중의 산소의 농도가 높아지게 되었으며, 대기 중 산소의 일부는 오존층을 형성하게 되었다. 오존층은 태양이나 우주로부터 오는 유해한 자외선이나 방사선 등을 차단해 주었기 때문에 수중에만 생물이 살 수 있는 환경에서 육상에서도 생물이 살 수 있는 환경으로 바뀌었다.

(2) 광합성의 생성물은 세포 호흡의 반응물로 쓰인다. 광합성에서는 빛에너지가 화학 에너지로 전환되어 포도당에 저장되고, 포도당에 저장된 에너지는 세포 호흡을 통해 다양한 형태의 에너지로 전환되어 생명 활동에 이용되며, 세포 호흡 과정에서 생성된 이산화 탄소와 물은 다시 광합성의 원료로 이용되어 끊임 없이 생명 활동에 필요한 에너지를 공급한다.

- 02 모범 답안** | (1) 산화된 물질은 구리(Cu)이고, 환원된 물질은 은 이온(Ag^+)(또는 질산 은)이다.
- (2) 밀도는 감소한다. 용액 속으로 녹아 들어가는 Cu^{2+} 의 질량보다 석출되는 Ag의 질량이 크기 때문이다.

채점 기준		배점(%)
(1)	산화, 환원되는 물질을 모두 옳게 쓴 경우	30
	산화, 환원되는 물질 중 한 가지만 옳게 쓴 경우	15
(2)	용액의 밀도 감소를 용액에 출입하는 물질의 질량 관계를 포함하여 옳게 설명한 경우	70
	용액에 출입하는 물질의 종류와 질량 관계가 명확하게 표현되지 않은 경우	30

해설 | (1) 질산 은 수용액에 구리를 넣으면 다음과 같은 반응이 일어난다. $\text{Cu} + 2\text{Ag}^+ \longrightarrow \text{Cu}^{2+} + 2\text{Ag}$

이때 Cu는 전자를 잃고 Cu^{2+} 으로 산화되며, Ag^+ 은 전자를 얻어 Ag으로 환원된다.

(2) Cu^{2+} 이 용액 속으로 녹아 들어갈 때 Ag^+ 은 용액 밖으로 석출되어 나가는데, Ag^+ 의 질량이 Cu^{2+} 보다 클 뿐만 아니라 Cu^{2+} 1개가 녹아 들어갈 때 Ag^+ 2개가 Ag으로 석출되므로 용액의 질량이 작아져 밀도가 감소한다.

- 03 모범 답안** | (1) 공기보다 무거운 이산화 탄소가 불이 붙은 부분을 덮어 산소의 공급을 차단하여 불을 끈다.
- (2) 마그네슘과 드라이아이스(이산화 탄소)가 반응하면 $2\text{Mg} + \text{CO}_2 \longrightarrow 2\text{MgO} + \text{C}$ 의 반응이 일어난다. 이산화 탄소는 마그네슘의 연소(산화)에 필요한 산소를 제공하는 역할을 하기 때문에 마그네슘으로 인한 화재는 이산화 탄소 소화기로 불을 끌 수 없다.

채점 기준		배점(%)
(1)	이산화 탄소가 공기보다 무겁다, 산소의 공급을 차단한다는 의미를 포함하여 옳게 설명한 경우	50
	이산화 탄소가 공기보다 무겁다는 의미의 표현이 누락된 경우	30
(2)	화학 반응식과 이산화 탄소의 역할로 이유를 옳게 설명한 경우	50
	화학 반응식을 쓰지 못한 경우	20

해설 | (1) 이산화 탄소는 공기보다 무거워 아래로 가라앉기 때문에 연소가 일어나고 있는 장소 주위의 공기를 밀어내고 불위를 덮게 되므로 연소에 필요한 공기(산소)의 공급이 차단되어 불이 꺼지게 된다. 이는 불을 끌 때 담요를 덮어 불을 끄는 것과 유사한 원리이다.

(2) 드라이아이스 속에서 마그네슘을 연소시킬 때 일어나는 반응의 화학 반응식은 다음과 같다.



마그네슘의 연소에는 산소가 필요한데 이산화 탄소가 산소를 공급해 주는 역할을 하여 연소가 일어날 수 있다.

- 04 모범 답안** | (1) 구리(Cu), 구리(Cu)는 전자를 잃고 구리 이온(Cu^{2+})으로 산화되기 때문이다.
- (2) pH는 증가한다. 질산의 산성을 나타내는 수소 이온(H^+)이 반응하여 물로 변하므로 용액 속의 수소 이온의 농도가 감소하기 때문이다.

채점 기준		배점(%)
(1)	산화되는 물질과 그 이유를 옳게 설명한 경우	50
	산화되는 물질만 옳게 쓴 경우	25
(2)	pH 변화를 수소 이온 농도 변화 때문으로 옳게 설명한 경우	50
	pH 변화만 옳게 쓴 경우	20

해설 | (1) 구리판에 그림을 그린 부분의 구리만 반응하며, 이때 구리는 전자를 잃고 구리 이온으로 산화된다.

(2) 질산 수용액 속의 수소 이온(H^+)이 반응하여 용액 속의 수소 이온의 농도가 작아지므로 pH는 증가한다.

- 05 모범 답안** | A에는 묽은 염산을, B에는 수산화 나트륨 수용액을 떨어뜨렸다. 페놀프탈레인 용액을 붉게 변화시키는 것은 수산화 이온(OH^-)이고, 전류를 흘려 주면 음이온인 수산화 이온은 (+)극 쪽으로 이동한다. 이때 거름종이의 붉은색이 가운데로 이동하였으므로 B에 수산화 나트륨 수용액을 떨어뜨린 것이다.

채점 기준	배점(%)
A, B에 각각 떨어뜨린 물질과 그 이유를 모두 옳게 설명한 경우	100
A 또는 B에 떨어뜨린 물질 중 한 가지만 쓰고, 그 이유를 옳게 설명한 경우	50
A, B에 떨어뜨린 물질만 옳게 쓴 경우	50

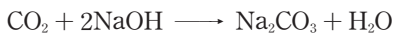
해설 | 전류를 흐르게 하면 양이온은 (-)극 쪽으로 이동하고, 음이온은 (+)극 쪽으로 이동한다. 페놀프탈레인 용액을 붉게 변화시키고, 전류가 흐르면 (+)극 쪽으로 이동하는 것은 수산화 이온이다. 붉은색으로 변한 부분이 가운데로 이동하였으므로 B에 수산화 나트륨 수용액을 떨어뜨린 것이다. A는 (+)극이 왼쪽 방향이므로 A에 수산화 나트륨 수용액을 떨어뜨리면 가운데가 아닌 왼쪽 방향으로 붉은색으로 변한 부분이 이동하게 된다.

- 06 모범 답안** | (1) 이산화 탄소(CO_2), 묽은 염산에 탄산 칼슘을 넣으면 $2HCl + CaCO_3 \rightarrow CaCl_2 + H_2O + CO_2$ (또는 $2H^+ + CaCO_3 \rightarrow Ca^{2+} + H_2O + CO_2$)의 반응이 일어나기 때문이다.
- (2) 수산화 나트륨 수용액이 들어 있는 페트병에 이산화 탄소(CO_2) 기체가 들어가면 $CO_2 + 2NaOH \rightarrow Na_2CO_3 + H_2O$ 의 반응이 일어나 이산화 탄소가 수산화 나트륨 수용액에 녹기 때문에 페트병 속 기체의 압력이 감소하여 페트병이 찌그러지게 된다.

채점 기준		배점(%)
(1)	발생하는 기체를 옳게 쓰고, 이를 화학 반응식으로 옳게 설명한 경우	50
	발생하는 기체만 옳게 쓴 경우	20
(2)	페트병이 찌그러지는 이유를 화학 반응식으로 옳게 설명한 경우	50
	이산화 탄소가 수산화 나트륨 수용액에 녹기 때문이라고만 설명한 경우	20

해설 | (1) 묽은 염산과 탄산 칼슘이 반응하여 발생한 이산화 탄소는 삼각 플라스크를 빠져나가 수산화 나트륨 수용액이 들어 있는 페트병에 모이게 된다.

(2) 이산화 탄소는 물에 녹아 수소 이온을 내놓으므로 수산화 나트륨 수용액과 다음과 같이 중화 반응을 한다.



위의 반응으로 페트병 속 이산화 탄소가 수산화 나트륨 수용액에 녹으므로 페트병 속 기체의 압력이 감소하여 페트병이 찌그러지게 되는 것이다.

- 07 모범 답안** | (1) (가)의 수용액에는 H^+ , Cl^- , SO_4^{2-} 이 있으므로 HCl , H_2SO_4 을 녹였고, (나)의 수용액에는 Na^+ , Ba^{2+} , OH^- 이 있으므로 $NaOH$, $Ba(OH)_2$ 을 녹였다.
- (2) 초록색, (가)와 (나)에서 H^+ 수와 OH^- 수가 같으므로 (다)는 중성 용액이기 때문이다.

채점 기준		배점(%)
(1)	(가)와 (나)에 녹인 물질을 옳게 쓰고, 그 이유를 모두 옳게 설명한 경우	50
	(가)와 (나)에 녹인 물질만 옳게 쓴 경우	20
(2)	용액의 색을 옳게 쓰고, 그 이유를 H^+ , OH^- 의 수를 언급하여 옳게 설명한 경우	50
	용액의 색만 옳게 쓴 경우	20

해설 | (1) (가)에 들어 있는 이온의 종류와 수로부터 HCl , H_2SO_4 의 두 가지 산이 녹아 있는 것을 알 수 있으며, (나)에 들어 있는 이온의 종류와 수로부터 $NaOH$, $Ba(OH)_2$ 의 두 가지 염기가 녹아 있는 것을 알 수 있다.

(2) (가)와 (나)를 혼합하면 H^+ 과 OH^- 은 1 : 1의 개수비로 반응하여 물(H_2O)을 생성하는 중화 반응이 일어나고, Ba^{2+} 과 SO_4^{2-} 이 반응하여 흰색 앙금인 황산 바륨($BaSO_4$)이 생성된다. (가)와 (나)에 들어 있는 H^+ 수와 OH^- 수가 같으므로 (다)는 완전히 중화된 용액으로 중성이다.

- 08 모범 답안** | (1) (가) 산성, (나) 중성, (가)는 혼합 전 H^+ 의 수가

OH^- 의 수보다 많아 혼합 용액에는 H^+ 이 존재하므로 산성이고, (나)는 혼합 전 H^+ 의 수와 OH^- 의 수가 같아 혼합 용액에는 H^+ 이나 OH^- 이 없으므로 중성이다.

(2) (나), (가)에서는 H^+ 과 OH^- 이 1개씩 반응하였고, (나)에서는 H^+ 과 OH^- 이 2개씩 반응하였으므로 중화 반응이 더 많이 일어난 (나)의 온도가 더 높다.

채점 기준		배점(%)
(1)	(가)와 (나)의 혼합 용액의 액성을 옳게 쓰고, 그 이유를 모두 옳게 설명한 경우	50
	(가)와 (나)의 혼합 용액의 액성만 옳게 쓴 경우	20
(2)	(나)의 온도가 더 높은 이유를 반응한 H^+ 과 OH^- 의 수, 중화 반응을 언급하여 옳게 설명한 경우	50
	(나)의 온도가 더 높다고만 쓴 경우	20

해설 | (1) (가)의 경우 산의 H^+ 의 수는 2개이고 염기의 OH^- 의 수는 1개이므로 혼합 용액의 액성은 산성이 된다. (나)의 경우 산의 H^+ 과 염기의 OH^- 의 수가 같으므로 혼합 용액의 액성은 중성이 된다.

(2) (가)와 (나)에서 혼합 용액의 온도는 중화 반응이 많이 일어날수록 중화열이 많이 발생하므로 더 높다. 따라서 중화 반응이 더 많이 일어나는 (나)의 온도가 더 높다.

- 09 모범 답안** | (1) 드라이아이스가 승화하면서 나오는 이산화 탄소가 수산화 나트륨 수용액과 중화 반응을 하기 때문에 수용액의 색이 파란색에서 초록색으로 변한 것이다.
- (2) 노란색, 용액의 색이 중성이 되어 초록색으로 된 후에도 드라이아이스를 더 넣어 주면 용액이 산성으로 되므로 용액의 색은 노란색으로 변한다.
- (3) (가) 노란색, (나) 노란색, (다) 노란색, 나트륨 이온(Na^+)은 반응하지 않고 수용액 속에 존재하기 때문에 불꽃 반응색은 (가), (나), (다) 수용액 모두 노란색이다.

채점 기준		배점(%)
(1)	수용액의 색이 변한 이유를 중화 반응을 언급하여 옳게 설명한 경우	40
	중화 반응이 일어나기 때문이라고만 설명한 경우	20
(2)	용액의 색과 그 이유를 옳게 설명한 경우	40
	용액의 색만 옳게 쓴 경우	20
(3)	불꽃 반응색과 그 이유를 모두 옳게 설명한 경우	20
	불꽃 반응색만 옳게 쓴 경우	10

해설 | (1), (2) 드라이아이스가 승화하면서 나오는 이산화 탄소

가 수산화 나트륨 수용액과 중화 반응을 하면서 혼합 용액의 액성이 (가) 염기성 → (나) 중성 → (다) 산성으로 변하기 때문에 BTB 용액의 색이 (가) 파란색 → (나) 초록색 → (다) 노란색으로 변하게 된다.

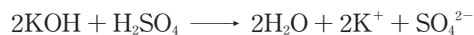
(3) 구경꾼 이온인 Na^+ 은 수용액에 그대로 존재하기 때문에 불꽃 반응색은 모두 노란색이다.

- 10 모범 답안** | (1) B, 수산화 이온(OH^-)이 모두 반응한 B가 중화 점으로, 중화 반응이 가장 많이 일어난 B에서 온도가 가장 높다. B 이후부터는 가한 묽은 황산에 의해 온도가 B보다 낮아진다.

(2) 칼륨 이온(K^+), 중화점인 B에서는 구경꾼 이온인 칼륨 이온(K^+)과 황산 이온(SO_4^{2-})만 존재하는데 -2의 전하를 띠는 황산 이온보다 +1의 전하를 띠는 칼륨 이온의 수가 2배 많다.

채점 기준		배점(%)
(1)	B를 고르고, 그 이유를 옳게 설명한 경우	50
	B만 쓴 경우	20
(2)	칼륨 이온(K^+)을 쓰고, 그 이유를 옳게 설명한 경우	50
	칼륨 이온(K^+)만 쓴 경우	20

해설 | (1) 수산화 칼륨(KOH) 수용액과 묽은 황산(H_2SO_4)이 반응하면 다음과 같이 중화 반응이 일어난다.



A에서는 SO_4^{2-} 의 수가 0이므로 묽은 황산을 가하기 전으로 중화 반응이 일어나기 전이다. B에서는 OH^- 의 수가 0이므로 중화점이고, C는 중화점 이후이다. 따라서 중화점인 B에서의 온도가 가장 높다.

(2) H^+ 과 OH^- 은 1 : 1의 개수비로 반응하는데, 중화점인 B에서는 반응한 OH^- 의 수와 가한 H^+ 의 수가 같다. KOH 수용액에서 OH^- 의 수와 K^+ 의 수가 같고, H_2SO_4 수용액에서 SO_4^{2-} 의 수는 H^+ 의 수의 $\frac{1}{2}$ 이다. 따라서 B에서 K^+ 의 수는 SO_4^{2-} 의 수의 2배이다.

2 생물 다양성과 유지

01 지질 시대의 환경과 생물

개념 확인해서 **High**로!

2권 70~71쪽

- 01 ㄴ 02 ㉠, ㉡ 03 (1) ㄴ, ㄷ, ㄹ, ㅁ (2) ㄴ, ㅁ
 04 (1) C (2) A (3) D 05 ㄱ, ㄴ, ㄷ 06 ㄱ, ㄷ 07 (가)
 고생대 (나) 신생대 (다) 중생대 08 (1) A: 선캄브리아
 시대, B: 고생대, C: 중생대, D: 신생대 (2) C (3) D (4) B
 09 ㄱ, ㄴ, ㄷ 10 (다) → (라) → (나) → (가) 11 ㄴ, ㄷ
 12 ㉠ 삼엽충, ㉡ B

01 ㄴ. 생물계는 지구 환경 변화의 영향을 크게 받으므로 생물종의 급격한 변화는 지구 환경이 변했다는 것을 의미한다. 따라서 화석의 종류가 크게 변하는 시기를 기준으로 지질 시대를 구분할 수 있다.

[바로 알기] ㄱ. 지질 시대는 지구가 탄생한 약 46억 년 전부터 현재까지의 기간을 말한다.

ㄷ. 지질 시대의 대부분은 선캄브리아 시대가 차지하며, 고생대, 중생대, 신생대로 갈수록 상대적 길이가 짧아진다.

02 지질 시대의 생물 중에서 생존 기간이 짧고, 넓은 지역에 걸쳐 많은 개체 수가 살았던 생물의 화석은 지질 시대를 구분하는 기준이 되는데, 이러한 화석을 표준 화석이라고 한다. 따라서 표준 화석의 조건으로 가장 적절한 것은 ㉠이다.

지질 시대의 생물 중에서 생존 기간이 길고, 특정 환경에서만 살았던 생물의 화석은 지층이 생성될 당시의 환경을 알려 주는데, 이러한 화석을 시상 화석이라고 한다. 따라서 시상 화석의 조건으로 가장 적절한 것은 ㉡이다.

03 (1) 삼엽충(㉠)은 고생대의 표준 화석이고, 공룡(ㄴ)과 암모나이트(ㅁ)는 중생대의 표준 화석이며, 화폐석(ㄷ)은 신생대의 표준 화석이다.

(2) 공룡(ㄴ)과 고사리(ㅁ)는 육지 환경에서 살았던 생물이고, 산호(ㄱ), 화폐석(ㄷ), 삼엽충(㉠), 암모나이트(ㅁ)는 바다 환경에서 살았던 생물이다.

04 (1) 고사리는 따뜻하고 습한 육지에서 서식하므로, 고사리 화석이 산출되는 층(C)은 이와 같은 환경에서 퇴적된 것이다.

(2) 산호는 따뜻하고 얕은 바다에서 서식하므로, 산호 화석이 산출되는 층(A)은 이와 같은 환경에서 퇴적된 것이다.

(3) 공룡(D)은 중생대의 대표적인 표준 화석이다.

05 화석을 이용하면 지층의 생성 시기, 지층이 생성될 당시의 환경, 과거의 수륙 분포, 지형 변화, 대륙의 이동 등의 정보를 알 수 있다.

06 ㄱ. 선캄브리아 시대 말기에 최초로 다세포 생물이 출현하였으며, 이는 에디아카라 동물군 화석으로 발견된다.

ㄷ. 선캄브리아 시대의 바다에서는 광합성을 하는 남세균이 출현하여 바다와 대기에 산소량이 증가하였다.

[바로 알기] ㄴ. 선캄브리아 시대는 생물의 개체 수가 적었고, 생물의 대부분이 단단한 껍데기나 뼈가 없었으며, 지각 변동을 많이 받았기 때문에 화석이 거의 발견되지 않는다.

07 (가) 삼엽충은 고생대, (나) 화폐석은 신생대, (다) 암모나이트는 중생대에 번성한 생물이다.

08 (1) 지질 시대의 대부분은 선캄브리아 시대가 차지하며, 고생대, 중생대, 신생대로 갈수록 상대적 길이가 짧아지므로, A는 선캄브리아 시대, B는 고생대, C는 중생대, D는 신생대이다.

(2) 파충류와 겉씨식물이 번성한 시대는 중생대(C)이다.

(3) 포유류와 속씨식물이 번성한 시대는 신생대(D)이다.

(4) 어류, 양서류와 양치식물이 번성한 시대는 고생대(B)이다.

09 ㄱ. 고생대 말기에는 여러 개로 흩어져 있던 대륙들이 하나로 모여서 초대륙인 판게아가 형성되었다.

ㄴ. 중생대에는 활발한 화산 활동으로 대기 중 온실 기체의 양이 증가하여 기후가 온난하였고, 빙하기는 없었다.

ㄷ. 신생대의 기후는 대체로 온난하였으나, 말기에는 4번의 빙하기와 3번의 간빙기가 있었다.

10 (가) 인류의 조상이 출현한 시기는 신생대, (나) 초대륙이 분리되기 시작한 시기는 중생대, (다) 광합성을 하는 남세균이 출현한 시기는 선캄브리아 시대, (라) 오존층이 형성되어 육상 생물이 출현한 시기는 고생대이다. 따라서 오래된 것부터 순서대로 나열하면 (다) → (라) → (나) → (가)이다.

11 ㄴ. 지구 환경이 급격하게 변하면 새로운 환경에 적응하지 못한 생물은 멸종하고, 새로운 환경에 적응한 생물은 다양한 종으로 진화하여 생물 다양성을 이룬다.

ㄷ. 생물 대멸종에 대한 가설에는 기온 변화설, 해양 무산소설, 화산 폭발설, 소행성 충돌설 등이 있다.

[바로 알기] ㄱ. 지질 시대 동안 생물 대멸종은 모두 5번 일어났다.

12 고생대 말(A)에는 삼엽충(㉠)이 멸종하였고, 중생대 말인 B(㉡) 시기에는 공룡이 멸종하고 이후에는 포유류가 번성하였다.

02 생물 다양성과 진화

개념 확인해서 **High로!**

2권 80~81쪽

01 ㄴ, ㄷ 02 ㄱ, ㄴ 03 (마) → (나) → (다) → (라) → (가) 04 먹이의 종류, 자연 선택 05 ㄴ, ㄷ 06 ㉠ 유전자, ㉡ 단백질 07 ㄱ, ㄴ 08 ㄱ, ㄷ 09 (가) 돌연변이, (나) 자연 선택 10 ㄱ, ㄴ 11 ㉠ 환경, ㉡ 자연 선택

01 ㄷ. 지질 시대 동안 지구의 환경 변화에 따라 기존에 번성하였던 종이 사라지고 일부 살아남은 종이 다양한 종으로 진화하는 과정을 반복한 결과 현재의 다양한 생물로 진화한 것이다.

[바로 알기] ㄱ. 진화는 생물이 일정한 방향성을 가지고 발전하는 것이 아니라, 오랜 시간 동안 환경의 변화에 적응하여 변화하는 것이다.

02 ㄱ, ㄴ. 다윈의 자연 선택설에 따르면 다양한 변이를 가진 개체 중 생존에 불리한 목이 짧은 개체는 죽고 생존에 유리한 목이 긴 개체가 살아남아 자손을 남겨 오늘날의 목이 긴 기린이 된 것이다. 기린의 목이 짧은 변이는 높은 나뭇가지의 잎을 먹기에 불리하므로 생존 경쟁에서 불리하게 작용하였을 것이다.

[바로 알기] ㄷ. 기린이 높은 나뭇가지의 잎을 먹기 위해 목을 계속 길게 뻗은 결과 오늘날과 같이 목이 길어졌다는 것은 라마르크의 용불용설에 해당하는 내용이다.

03 다윈의 자연 선택설에 따르면 생물은 과잉 생산 → 개체 변이 → 생존 경쟁 → 자연 선택 → 종의 분화의 과정을 거쳐 진화한다.

04 같은 종이었던 핀치는 여러 섬에 떨어져 살게 되면서 각 섬마다 많은 먹이를 먹기에 유리한 부리를 가진 개체가 자연 선택되어 오늘날과 같이 다양한 종으로 진화하였다. 따라서 핀치의 부리 모양이 다양해지는 데 가장 큰 영향을 미친 것은 먹이의 종류이고, 진화의 원리는 자연 선택이다.

05 **[바로 알기]** ㄱ. 다윈은 생물이 환경에 적응하여 진화한다고 주장하였으며, 변이와 자연 선택으로 이를 설명하였다. 생물이 고정 불변한다는 것은 다윈의 진화론 이전의 생각이다.

06 완두의 꽃 색깔과 같은 유전적 변이는 개체가 가진 유전자의 차이에 따라 합성되는 단백질의 종류와 양에 차이가 생겨 형질의 차이가 나타난 것이다.

07 변이는 돌연변이, 생식세포를 만드는 감수 분열 과정에서 염색체의 무작위 배열과 분리, 생식세포의 무작위 수정에 의해 발생

한다. 체세포 분열 과정에서는 동일한 유전자 구성을 가진 세포가 생기므로 변이를 일으키지 않는다.

08 **[바로 알기]** ㄴ. DNA의 유전 정보에 변화가 생겨서 발생하는 유전적 변이는 돌연변이이다. 돌연변이는 환경에 따라 생존에 불리하게 작용하는 것도 있고, 유리하게 작용하는 것도 있다.

09 세균 집단에서 항생제 내성 유전자를 가진 세균이 출현한 것은 돌연변이(가)에 의한 것이다. 항생제를 사용하는 환경에서 항생제 내성 유전자를 가진 세균이 자연 선택(나)되어 항생제 내성 세균 집단으로 진화한다.

10 지의류가 있을 때에는 흰색 나방이 생존에 유리하였으나, 지의류가 없을 때에는 검은색 나방이 생존에 유리해져 자연 선택된 결과 검은색 나방의 비율이 높아진다.

11 낮 모양 적혈구 빈혈증은 생존에 불리한 변이지만, 말라리아가 자주 발생하는 지역에서는 생존에 유리하게 작용하여 자연 선택되어 낮 모양 적혈구 빈혈증 유전자 빈도가 높게 나타난다.

03 생물 다양성과 보전

개념 확인해서 **High로!**

2권 92~93쪽

01 (가) 생태계 다양성, (나) 종 다양성, (다) 유전적 다양성
02 (가) 유전적 다양성, (나) 생태계 다양성, (다) 종 다양성
03 ㄴ, ㄷ 04 유전적 다양성 05 ㉠ (나), ㉡ 먹이 사슬 (먹이 그물) 06 ㄱ, ㄷ 07 ㄱ, ㄴ 08 ㄱ, ㄴ, ㄷ
09 (1) 증가한다 (2) 낮아진다 10 서식지 중앙 11 불법 포획과 남획 12 외래종 13 ㄱ

01 (가)는 어느 지역에 존재하는 생태계의 다양한 정도인 생태계 다양성, (나)는 생태계에 서식하는 생물종의 다양한 정도인 종 다양성, (다)는 같은 종에 속하는 개체의 유전자가 다양한 정도인 유전적 다양성을 나타낸 것이다.

02 (가) 같은 종의 달팽이 껍데기 색깔과 무늬의 다양함은 유전적 다양성, (나) 지구에 존재하는 생태계의 다양함은 생태계 다양성, (다) 초원에 사는 생물종의 다양함은 종 다양성과 관계가 있다.

03 [바로 알기] ㄱ. 종 다양성이 높은 생태계는 먹이 그물이 복잡하다.

04 아일랜드 대기근은 유전적 다양성이 적은 품종의 감자를 재배하여 발생한 대표적인 사건이다. 유전적 다양성이 높을수록 급격한 환경 변화에 적응하여 살아남는 개체가 있어 종을 보전할 확률이 높다.

05 종 다양성이 높을수록 먹이 사슬(먹이 그물)이 복잡하게 얽혀 생태계 평형이 쉽게 깨지지 않는다.

06 [바로 알기] ㄴ. 주목의 열매에서는 항암제의 성분을 추출한다. 페니실린은 푸른곰팡이에서 추출한 항생제이다.

07 [바로 알기] ㄷ. 생태계 평형은 생태계를 구성하는 생물 간의 먹이 관계, 즉 먹이 사슬에 의해 유지된다. 생물 다양성이 높을수록 먹이 사슬이 복잡하게 얽혀 생태계 평형이 잘 유지되므로, 생물 다양성은 생태계 평형을 유지하는 주요 요인이 된다.

08 생물 다양성을 위협하는 요소로는 삼림 벌채, 도로 건설로 인한 서식지 파괴와 단편화, 야생 동식물의 불법 포획과 남획, 외래종의 유입, 환경 오염 등이 있다. 서식지 연결과 야생 동물 보호 구역 지정은 생물 다양성의 보전 방안에 해당한다.

09 (1) 그래프에서 보존되는 면적이 감소할수록 처음에 있던 종에서 살아남은 종의 비율이 감소한다. 따라서 보존되는 면적이 감소할수록 사라지는 종의 비율은 증가하는 것이다.

(2) 보존되는 면적이 감소하면 살아남은 종의 비율이 감소하므로, 서식지 면적이 감소하면 생물 다양성이 낮아진다는 것을 알 수 있다.

10 서식지가 단편화되면 가장자리의 길이와 면적이 늘어나므로 서식지 중앙 부분에 사는 생물의 피해가 더 커진다.

11 상아를 얻기 위한 무분별한 사냥으로 아프리카코끼리가 멸종 위기에 처한 것은 불법 포획 및 남획에 의한 생물 다양성 감소의 대표적인 사례이다. 우리나라에서도 호랑이, 늑대, 여우 등이 불법 포획으로 멸종 위기에 처하거나 멸종되었다.

12 원래의 서식지가 아닌 다른 지역으로 유입된 생물종을 외래종이라고 한다.

13 [바로 알기] ㄴ. 삼림 벌채로 인한 서식지 파괴와 단편화는 생물 다양성 감소의 가장 큰 요인이다.

ㄷ. 야생 동물을 불법 포획하거나 남획하면 생태계에서 생물끼리의 상호 작용과 먹이 관계에 영향을 주어 생물 다양성이 감소한다.

중단원 개념 모아 정리하기

2권 94~95쪽

- | | | |
|---------|---------------|---------|
| ① 지질 시대 | ② 생성 시기 | ③ 환경 |
| ④ 산소 | ⑤ 오존층 | ⑥ 중생대 |
| ⑦ 신생대 | ⑧ 진화 | ⑨ 자연 선택 |
| ⑩ 자연 선택 | ⑪ 변이 | ⑫ 유전자 |
| ⑬ 돌연변이 | ⑭ 변이 | ⑮ 자연 선택 |
| ⑯ 자연 선택 | ⑰ 유전적 | ⑱ 먹이 사슬 |
| ⑲ 열대 우림 | ⑳ 서식지 파괴와 단편화 | |

실력 높여 Top으로!

2권 96~101쪽

- | | | | | | |
|-------------------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| 01 ① | 02 ② | 03 ① | 04 ① | 05 ④ | 06 ④ |
| 07 ③ | 08 ① | 09 ⑤ | 10 ② | 11 ① | 12 ⑤ |
| 13 ② | 14 ④ | 15 ⑤ | 16 ⑤ | 17 ㄴ | |
| 18 (가) - ㄷ, (나) - ㄱ, (다) - ㄴ | | | | 19 ① | 20 ③ |
| 21 ② | 22 ④ | 23 ④ | 24 ① | 25 ⑤ | |

01 A는 선캄브리아 시대, B는 고생대, C는 중생대, D는 신생대이다.

② 고생대(B)에는 대기 중의 산소가 풍부해져 오존층이 형성되었다. 오존층이 태양의 자외선을 차단하면서 육상에도 생물권이 형성될 수 있었다.

③ 중생대(C)에는 공룡을 비롯한 파충류와 겉씨식물이 번성하였다.

④ 중생대(C)에는 빙하기 없이 대체로 온난하였다.

⑤ 신생대(D)에 인도 대륙과 유라시아 대륙이 충돌하여 히말라야산맥이 형성되었다.

[바로 알기] ① 선캄브리아 시대(A)에는 생물의 개체 수가 적었고 지각 변동을 많이 받아 화석이 거의 발견되지 않는다.

02 ㄷ. (가) 암모나이트는 중생대의 표준 화석이고, (나) 산호는 시상 화석이다. 따라서 지질 시대를 구분하는 데 이용되는 화석은 (가)이다.

[바로 알기] ㄱ. (가)의 암모나이트는 중생대 바다에서 살던 생물이다.

ㄴ. (나)의 산호는 다른 생물에 비해 생존 기간이 길고 특정한 환경(따뜻하고 얕은 바다)에서만 생활하였기 때문에 시상 화석으로 이용된다.

화석과 지질 시대의 환경



ㄱ. A의 삼엽충은 고생대, B의 화폐석은 신생대, D의 공룡 발자국은 중생대의 표준 화석이다. 따라서 지층이 퇴적된 순서는 A → D → B이다.

[바로 알기] ㄴ. 고사리는 온난 습윤한 육지 환경에서 서식한다. 따라서 C층은 육지에서 퇴적된 것이다.

ㄷ. (가) 지역에서 산출되는 삼엽충과 화폐석은 모두 바다에서 살았던 생물이다. 따라서 (가)의 지층이 퇴적될 당시에 이 지역은 바다 환경이었다.

04 ㄱ. 최초의 생명체(㉠)는 바다 속(수권)에서 출현하였다.

[바로 알기] ㄴ. 광합성 생물이 출현하고 산소 호흡을 하는 생물이 출현한 이후 오존층이 형성되었고, 이후 자외선이 차단되어 육상 생물이 출현할 수 있게 되었다. 따라서 오존층이 형성된 시기는 (나)이다.

ㄷ. 산소는 광합성 작용에 의해 배출되었다. 최초의 광합성 생물이 배출한 산소는 바다 속의 다른 물질과 결합하는 데 이용되었고, 시간이 더 흐른 다음 수권과 기권에 산소가 쌓이기 시작하였다. 그 이후에 산소로 호흡하는 생물이 출현하였다. 따라서 최초의 광합성 생물이 출현한 시기는 (가)이다.

05 (가)는 삼엽충이 있으므로 고생대의 모습이고, (나)는 공룡이 있으므로 중생대의 모습이다.

ㄱ. 지질 시대의 상대적인 길이는 선캄브리아 시대 > 고생대 > 중생대 > 신생대 순이다. 따라서 고생대인 (가) 시대가 중생대인 (나) 시대보다 길다.

ㄷ. 중생대의 기후는 빙하기 없이 전반적으로 온난하였다.

[바로 알기] ㄴ. (가) 고생대에는 양치식물이 번성하였다. 겉씨 식물이 번성한 시대는 중생대이다.

06 (가) 갑주어는 고생대, (나) 공룡은 중생대, (다) 화폐석은 신생대에 번성한 생물이다.

④ 양치식물은 고생대에 번성하였으므로, 이 시대에 형성된 화석은 (가)이다.

[바로 알기] ① (가) 갑주어는 고생대에 번성하였고, 암모나이트는 중생대에 번성하였다.

② (나) 공룡은 중생대에 번성한 생물로, 중생대 말에 멸종하였다.

③ (다)의 화폐석은 신생대에 바다에서 살던 생물이다. 따라서 (다)의 지층은 바다 환경에서 퇴적되었다.

⑤ (다)와 같은 신생대 화석이 발견된 지층은 (가)와 같은 고생대 화석이 발견된 지층보다 나중에 퇴적된 것이다.

지질 시대의 수륙 분포 변화



(가) 고생대 말기 (나) 신생대 말기 (다) 중생대 중기

- (가): 고생대 말에 여러 대륙들이 하나로 모여 판게아를 형성하였다. 이 시기에 생물 대멸종이 일어나 삼엽충, 방추충, 완족류 등의 해양 생물들이 멸종하였다.
- (나): 신생대 말에 인도 대륙이 유라시아 대륙과 충돌하여 히말라야산맥이 형성되었고 현재와 비슷한 수륙 분포를 이루었다. 그 결과 대륙붕의 면적이 넓어지고 생물 다양성이 증가하였다.
- (다): 중생대 중기에 판게아가 분리되기 시작하면서 대륙과 해양의 분포가 변하였다. 이 과정에서 대서양이 형성되기 시작하였다.

ㄱ. (가)는 지구상의 모든 대륙이 하나로 모여 판게아를 형성했을 때의 모습이다. 이 시기는 고생대 말이며, 이때 가장 큰 규모의 생물 대멸종이 일어났다.

ㄷ. 해안선의 총길이는 대륙이 하나로 모여 있는 (가)보다 여러 개로 나누어져 있는 (나)일 때 길다.

[바로 알기] ㄴ. 판게아가 분리되기 시작한 시기는 중생대이다. 따라서 중생대의 수륙 분포는 (다)이다.

08 A는 고생대 말이고, B는 중생대 말이다. ㄱ은 고생대에 번성한 방추충(푸줄리나), ㄴ은 고생대에 번성한 삼엽충, ㄷ은 신생대에 번성한 화폐석, ㄹ은 중생대에 번성한 암모나이트이다. 따라서 A 시기에 멸종한 생물은 방추충(ㄱ)과 삼엽충(ㄴ)이고, B 시기에 멸종한 생물은 암모나이트(ㄹ)이다.

09 생물의 진화는 생물이 오랜 시간 동안 여러 세대를 거치면서 환경에 적응하여 변화하는 것이다. 그 결과 오늘날 지구에 다양한 생물이 살게 되었다.

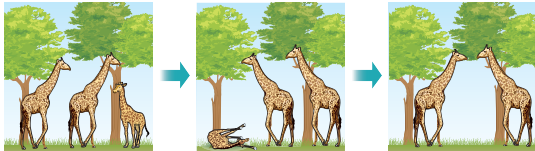
10 다윈의 자연 선택설에서는 환경 변화에 더 잘 적응한 개체가 살아남아 자손을 남기고, 이러한 자연 선택이 오랜 시간 동안 반복되어 새로운 종으로 분화되면서 생물이 진화한다고 설명한다.

바로 알기 ② 다윈은 진화를 일으키는 중요한 요인은 자연 선택이라고 하였다.

- 11 다윈의 자연 선택설은 '과잉 생산 → 개체 변이 → 생존 경쟁 → 자연 선택 → 종의 분화로 진화 과정을 설명한다.

12 **자료 해석하기**

다윈의 자연 선택설



- 다윈의 자연 선택설: 원래 기린의 목 길이는 다양하였는데(개체 변이), 목이 짧은 기린은 도태되고 목이 긴 기린만이 살아남아 목이 긴 자손을 남겼고(자연 선택) 이것이 오랜 시간 동안 반복 되어 오늘날과 같이 목이 긴 기린이 되었다고 설명한다.
- 다윈의 오류: 다윈은 개체 변이의 발생 원인과 유전에 대해 구체적으로 설명하지 못하였다.

ㄴ, ㄷ. 자연 선택설에서는 환경 적응에 유리한 개체(목 길이가 긴 기린)가 살아남아 그 형질이 자손에게 전해진다고 설명한다.

바로 알기 ㄱ. (가)에서 기린의 목 길이는 원래 다양하였다.

- 13 다윈의 진화론은 현대 생명과학의 기본 원리가 되었으며, 진화적 관점에서 생물의 유연관계를 이해하게 하였다. 사회적으로는 자본주의 발달, 사회진화론 발달에 영향을 주었다.

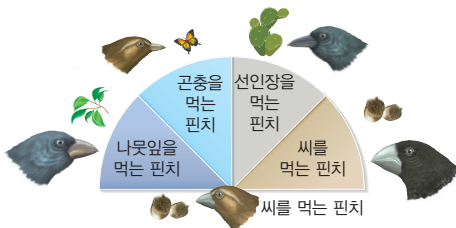
바로 알기 ② 다윈의 진화론은 모든 생물을 환경에 성공적으로 적응한 동등한 존재로 이해하도록 하였다.

- 14 ㄴ, ㄷ. 개체는 변이에 따라 환경에 적응하는 능력이 서로 다르며, 변이는 돌연변이와 유성 생식 과정에서 일어나는 생식세포의 다양한 조합에 의해 나타난다.

바로 알기 ㄱ. 달팽이 껍데기 무늬, 무당벌레 겹 날개의 무늬와 색깔은 유전자 차이에 의해 나타나는 변이이다.

15 **자료 해석하기**

핀치의 부리 모양 진화



남아메리카 대륙에서 갈라파고스 군도로 이주한 핀치는 각 섬에 많은 먹이를 먹기에 적합한 부리를 가진 개체가 자연 선택되어 오늘날과 같이 부리 모양이 다른 다양한 종으로 진화하였다.

ㄴ, ㄷ. 각 섬으로 이주한 핀치는 다양한 변이를 가진 개체 중에서 각 섬마다 많이 있는 먹이를 먹기에 유리한 부리를 가진 개체가 자연 선택되어 부리 모양이 서로 다른 종이 된 것이다. 이와 같이 갈라파고스 군도에 사는 핀치의 진화 과정은 자연 선택으로 설명할 수 있다.

바로 알기 ㄱ. 일부 섬에서는 큰 부리를 가진 핀치가 생존에 유리하였지만, 다른 섬에서는 길고 가는 부리를 가진 핀치나 작은 부리를 가진 핀치가 생존에 유리하였다.

- 16 새로운 유전적 변이는 돌연변이에 의해 나타난다. 돌연변이는 일반적으로 생존에 불리한 방향으로 일어나지만, 돌연변이에 게 유리한 방향으로 환경 변화가 일어나면 자연 선택되어 진화를 일으킬 수 있다.

ㄱ. (가) 과정에서 집단에 없던 검은색 나방이 나타났으며, 이후에 검은색 나방의 수가 증가하였으므로 검은색 형질이 유전된다는 것을 알 수 있다. 따라서 (가) 과정에서는 돌연변이에 의한 유전적 변이가 발생하였다고 볼 수 있다.

ㄴ, ㄷ. (나)에서 검은색 나방의 수가 많아졌으며, 나방 집단에서 개체의 생존은 날개와 환경의 색깔에만 영향을 받는다고 하였다. 따라서 (나) 과정에서 환경이 어둡게 변화하여 흰색 나방보다 검은색 나방이 생존에 유리하게 되어 검은색 나방이 더 많이 살아남아 자손을 남기는 자연 선택이 일어났다고 볼 수 있다.

- 17 ㄴ. 살충제 내성이 없는 개체와 살충제 내성이 있는 개체가 함께 있는 바퀴벌레 집단에 살충제를 살포하면 살충제 내성이 없는 개체는 죽고 살충제 내성이 있는 개체가 살아남아 자손을 남기는 자연 선택이 일어난다. 이와 같은 자연 선택 과정이 여러 세대를 거쳐 반복되면 살충제 내성이 있는 개체로만 이루어진 집단이 된다.

바로 알기 ㄱ. 1세대에는 살충제 내성이 있는 개체와 살충제 내성이 없는 개체가 모두 있으므로 개체 간의 형질(살충제 내성) 차이인 변이가 나타난 것이다.

ㄷ. 5세대 이후 살아남은 개체는 모두 살충제 내성이 있는 개체들이다. 살충제 살포를 중지한다고 해서 살충제 내성이 있는 개체가 죽는 것은 아니다.

- 18 (가)는 유전적 다양성, (나)는 종 다양성, (다)는 생태계 다양성을 나타낸 것이다.

ㄱ. 어떤 생태계를 구성하는 생물종이 다양하게 나타나는 것은 종 다양성(나)에 해당한다.

ㄴ. 삼림, 초원, 습지, 해양 등과 같이 다양한 형태의 생태계가 존재하는 것은 생태계 다양성(다)에 해당한다.

ㄷ. 동일한 종 내에서도 개체에 따라 몸의 색깔, 모양, 습성 등의 형질이 다르게 나타나는 것은 개체마다 가진 유전자 차이에 의한 것으로 유전적 다양성(가)에 해당한다.

- 19 ㄱ. 야생 바나나와 같이 씨로 번식하는 것은 유성 생식이므로 생식 결과 유전자 조합이 다양한 자손이 생성된다. 씨 없는 바나나와 같이 줄기로 번식시키는 것은 무성 생식이므로 생식 결과 유전자 조합이 동일한 자손이 생긴다. 따라서 야생 바나나가 씨 없는 바나나보다 유전적 다양성이 높다.

[바로 알기] ㄴ. (가)에서 씨 없는 바나나가 곰팡이병으로 멸종한 것은 동일한 품종의 바나나를 대규모로 재배하여 바나나 개체의 유전자가 비슷했기 때문이다.

ㄷ. 개체군 내에서 개체의 유전자 구성이 다양하면 급격한 환경 변화가 일어났을 때 이에 적응하여 살아남는 개체가 있을 가능성이 높아 종을 보전할 가능성이 높다.

- 20 ㄱ. (가), (나)의 식물 종 수는 4종류로 같다.
 ㄴ. 생물종의 수가 많고, 생물종이 균등하게 분포할수록 종 다양성이 높다. (가), (나)의 식물 종 수는 같지만, 각 종의 분포를 보면 (가)는 A: 4그루, B: 4그루, C: 4그루, D: 3그루이고 (나)는 A: 10그루, B: 1그루, C: 1그루, D: 3그루이다. 따라서 각 종의 분포는 (가)가 (나)보다 고르므로 (가)는 (나)보다 종 다양성이 높다.

[바로 알기] ㄷ. (나)는 (가)보다 종 다양성이 낮기 때문에 (가)보다 안정된 생태계라고 보기 어렵다. 주어진 자료만으로는 어느 생태계가 더 안정된 것인지 판단할 수 없다.

- 21 ㄴ. 먹이 사슬이 단순한 (가)는 먹이 사슬이 복잡한 (나)보다 생태계 평형이 깨질 위험이 더 높다.

[바로 알기] ㄱ. 생물종의 수가 많아 먹이 관계가 복잡하게 얽혀 먹이 그물을 형성한 (나)가 먹이 관계가 단순한 (가)보다 안정된 생태계이다.

ㄷ. (가)에서는 개구리가 사라지면 개구리를 먹이로 하는 뱀이 사라질 위험이 높지만, (나)에서는 개구리가 사라져도 뱀은 들쥐, 토끼, 다람쥐를 먹고 살 수 있기 때문에 사라지지 않는다.

- 22 ① (가) 쌀, 옥수수, 콩 등은 식량 재료로 이용된다.
 ② (나) 목화, 마, 누에, 양 등에서 의복을 만들 수 있는 재료를 얻을 수 있다.
 ③ (다) 버드나무에서 아스피린 성분을 얻는다.
 ④ (마) 열대 우림에는 수많은 나무가 울창한 숲을 이루고 있어 광합성으로 많은 양의 이산화 탄소를 흡수하고 산소를 방출하여 대기 중의 이산화 탄소와 산소의 균형을 유지하는 역할을 한다.

[바로 알기] ④ (라) 순천만 자연 생태 공원은 산업적인 이용 가치보다 자연 생태 학습 장소를 제공하고, 휴식과 여가 활동을 위한 장소를 제공하는 등 생태·문화적 가치가 더 높다.

- 23 ㄱ. 도로와 철도를 건설하기 전에는 서식지 면적이 64 ha였으나, 도로와 철도 건설 후에는 서식지 면적이 $8.7 \text{ ha} \times 4 = 34.8 \text{ ha}$ 로 줄어들었다. 따라서 서식지가 분할되면 서식지 면적이 감소한다.

ㄴ. 서식지 단편화로 서식지 면적이 감소하고 생물의 이동이 제한되면 생물종 수와 개체 수가 감소하여 생물 다양성이 낮아진다.

[바로 알기] ㄷ. 서식지 단편화가 일어나면 실제로 감소되는 면적은 작아도 가장자리의 길이와 면적이 늘어나므로 가장자리에 살던 생물종보다 중앙에 살던 생물종의 서식지가 크게 줄어들어 피해가 더 크다.

- 24 ㄱ. (나)는 생태 통로에 의해 숲 서식지가 연결되어 있으므로, (가)에서 (나)보다 로드킬이 일어난 가능성이 높다.

[바로 알기] ㄴ. (가)는 서식지가 분할되어 있으므로, (가)에서는 (나)에서보다 개체군의 크기가 작아진다.

ㄷ. (나)와 같이 서식지가 연결되어 있으면 동물들이 이동할 수 있어 생태계가 안정을 찾기에 유리하다. 서식지가 분할되어 있는 (가)는 (나)보다 환경 변화에 대해 숲의 생태계 안정성이 낮다.

- 25 ⑤ 생물 다양성을 이용하여 이익을 얻는 국가는 선진국이고 생물 다양성을 보유한 국가는 대부분 개발도상국이다. 따라서 국가 간의 협약을 통해 의견을 조율하고, 개발도상국의 생물 다양성을 보전하기 위해 함께 협조해야 한다.

[바로 알기] ① 생물 다양성 보전은 인류의 생존과 밀접한 관계가 있다.

② 생물 다양성의 수준이 지역에 따라 다르기 때문에 국가 간의 공조가 필요하다.

③ 생물 다양성의 증가는 해당 국가의 관광 자원만 증가시키는 것이 아니라 전 인류의 자원을 증가시킬 수 있다.

④ 생물 다양성의 감소로 인한 문제는 특정 국가에 한정된 문제가 아니라 전 지구적 문제이다.

- 01 모범 답안** | (1) 남세균과 녹조류가 번성하여 광합성량이 증가함으로써 대기 중 산소 농도가 점차 증가하였다.
(2) 대기 중의 산소 농도 증가로 오존층이 형성되어 해로운 자외선이 차단되었기 때문이다.

채점 기준		배점(%)
(1)	광합성에 의한 산소 농도 증가를 옳게 설명한 경우	50
(2)	산소 농도 증가, 오존층 형성, 자외선 차단을 모두 포함하여 옳게 설명한 경우	50
	산소 농도 증가, 오존층 형성, 자외선 차단 중 두 가지만 포함하여 옳게 설명한 경우	25

해설 | (1) 남세균과 녹조류가 번성하여 광합성을 하면서 바다에 산소가 공급되었다. 이후 광합성으로 바다에 축적된 산소가 점점 증가하여 대기로 방출되면서 대기의 산소 농도가 증가하였다.

(2) 대기 중 산소 농도가 충분히 증가한 후에 자외선에 의해 분해되면서 오존층이 형성될 수 있었으며, 오존층이 육지로 유입되는 해로운 자외선을 차단해 주었기 때문에 육상 식물이 출현할 수 있었다.

- 02 모범 답안** | (1) 삼엽충은 3차 대멸종일 때, 암모나이트는 5차 대멸종일 때 멸종하였다.
(2) 급격하게 변한 지구 환경에 적응하지 못한 생물은 멸종하지만, 대멸종 후 새로운 환경에 적응한 생물은 살아남아서 다양한 종으로 진화하여 생물 다양성이 증가하는 계기가 되었다.

채점 기준		배점(%)
(1)	삼엽충과 암모나이트의 멸종 시기 두 가지를 모두 옳게 쓴 경우	40
	두 가지 중 한 가지만 옳게 쓴 경우	20
(2)	대멸종이 생물 다양성 변화에 미친 영향에 대해 옳게 설명한 경우	60

해설 | (1) 고생대 말에 일어난 3차 대멸종은 지구 역사상 가장 큰 규모의 멸종으로 삼엽충, 방추충, 완족류 등이 멸종하였다. 중생대 말에 일어난 5차 대멸종에서는 육상의 공룡과 익룡, 바다의 암모나이트가 대부분 멸종하였다.

(2) 대멸종에서 살아남은 종과 새롭게 등장한 종은 생태계의 새로운 지배자로 빠르게 번성할 기회를 얻는다.

- 03 모범 답안** | 기린은 환경에 비해 많은 수의 자손을 낳았고(과잉

생산), 개체군을 이루는 기린의 목 길이는 다양하였다(개체 변이). 이들 개체 사이에 먹이를 두고 경쟁이 일어났다(생존 경쟁). 그 결과 높은 나뭇가지의 잎을 먹기에 불리한 목이 짧은 기린은 죽고 높은 나뭇가지의 잎을 먹기에 유리한 목이 긴 기린이 살아남아 자손을 남겼다(자연 선택). 이 과정이 오랜 시간 동안 반복되어 오늘날과 같이 목이 긴 기린이 되었다.

채점 기준	배점(%)
기린 목 길이의 진화 과정을 자연 선택설의 단계를 모두 들어 옳게 설명한 경우	100
기린 목 길이의 진화 과정을 단순히 생존에 유리한 개체가 자연 선택되었다고만 설명한 경우	50

- 04 모범 답안** | 항생제 처리 전에 세균 A 집단에는 항생제 내성이 없는 세균이 대부분이었고, 항생제 내성이 있는 세균이 적은 비율로 있었다. 항생제를 지속적으로 처리하자 항생제 내성이 없는 세균이 대부분 죽고, 항생제 내성이 있는 세균이 살아남아 번식하는 자연 선택이 일어났다. 그 결과 항생제 내성이 없는 세균의 비율은 크게 감소하고, 항생제 내성이 있는 세균의 비율이 크게 증가하였다.

채점 기준	배점(%)
항생제 내성이 있는 세균의 비율 증가를 자연 선택의 원리로 옳게 설명한 경우	100
항생제 내성이 있는 세균이 살아남아 번식하였다고만 설명한 경우	30

- 05 모범 답안** | 일반적으로 낮 모양 적혈구는 심한 빈혈을 일으키므로 생존에 불리하다. 그런데 낮 모양 적혈구는 말라리아에 저항성이 있어서 말라리아가 발생하는 지역에서는 생존에 유리하게 작용한다. 따라서 말라리아가 발생하는 지역에서는 낮 모양 적혈구 유전자를 가진 사람이 살아남아 자손을 남기는 자연 선택이 일어난다. 그 결과 말라리아가 발생하는 지역에서 낮 모양 적혈구 유전자의 빈도가 높게 나타난다.

채점 기준	배점(%)
말라리아 발생 지역에서 낮 모양 적혈구 유전자를 가진 사람이 생존에 유리해 자손을 남기는 자연 선택이 일어났기 때문이라고 옳게 설명한 경우	100
낮 모양 적혈구 유전자를 가진 사람이 자연 선택되었기 때문이라고만 설명한 경우	60

- 06 모범 답안** | 농경지에서 단일 품종만 재배하면 종 내 유전적 다양성과 종 다양성이 낮아지는 문제점이 발생한다.

채점 기준	배점(%)
농경지에서 단일 품종만 재배하여 유전적 다양성과 종 다양성이 모두 낮아진다고 옳게 설명한 경우	100
유전적 다양성과 종 다양성 중 어느 한 가지만 낮아진다고 설명한 경우	50

해설 | (가)와 (나)는 모두 대부분의 농경지에서 단일 품종을 재배한 결과 유전적 다양성이 낮아져 전염병이나 병충해, 냉해가 발생하였을 때 큰 피해를 입은 사례이다. 또, (나)는 대부분의 농경지에서 특정 품종의 농작물만 재배한 결과 재배되지 않는 다른 품종이나 작물이 사라져 종 다양성이 낮아진 사례이다.

- 07 모범 답안** | (나), (가)에서는 개구리의 개체 수가 급격히 감소하면 개구리를 먹는 뱀의 개체 수도 크게 줄어들어 생태계 평형이 깨질 가능성이 높다. 반면 (나)에서는 개구리의 개체 수가 급격히 감소해도 뱀은 메추라기나 쥐를 먹고 살 수 있기 때문에 뱀의 개체 수가 크게 줄어들지 않고 생태계 평형을 비교적 잘 유지할 가능성이 높기 때문이다.

채점 기준	배점(%)
(나)라고 쓰고, (가)와 (나)를 비교하여 먹이 관계를 들어 모두 옳게 설명한 경우	100
(나)라고 쓰고, 단순히 (나)의 먹이 관계가 복잡하기 때문이라고 설명한 경우	70
(나)라고만 쓴 경우	30

해설 | 생태계 평형은 생태계를 구성하는 생물종의 먹이 관계에 의해 유지되므로, 종 다양성이 높을수록 먹이 그물이 복잡하여 생태계 평형이 잘 유지된다.

- 08 모범 답안** | 나무가 울창한 숲에는 수많은 생물종이 서로 영향을 주고받으면서 살고 있다. 숲을 벌채하여 나무가 사라지면 숲에 살고 있는 수많은 생물종이 서식지를 잃게 되어 개체 수가 감소하거나 멸종에 이를 수 있다. 따라서 삼림을 벌채하면 서식지를 파괴하여 생물 다양성을 크게 감소시킨다.

채점 기준	배점(%)
서식지 파괴와 생물 다양성의 관계를 모두 들어 옳게 설명한 경우	100
숲에 많은 생물종이 살고 있어서 삼림을 벌채하면 생물 다양성이 감소한다고만 설명한 경우	50

해설 | 생물 다양성 감소의 가장 큰 원인은 서식지 파괴와 단편화이다. 삼림 벌채, 습지 매립, 도로 건설 등에 의해 서식지가 파괴되고 단편화되면 서식지 면적이 줄어들고 동물의 이동이 제한되어 생물의 개체 수가 감소하고, 멸종으로 이어질 수 있다.

High Top을 완성하는 수능형 문제

2권 106~117쪽

1 ③	2 ④	3 ②	4 ③	5 ①	6 ⑤
7 ⑤	8 ②	9 ②	10 ②	11 ①	12 ③
13 ③	14 ③	15 ⑤	16 ③	17 ③	18 ④
19 ①	20 ⑤	21 ③	22 ②	23 ⑤	24 ②

1

자료 해석하기

산화 환원 반응

산화 구리(Ⅱ) + 탄소 가루 $\rightarrow 2\text{CuO} + \text{C} \rightarrow 2\text{Cu} + \text{CO}_2$

(가) 석회수

석회수(Ca(OH)₂ 수용액)가 뿌열게 흐려지는 것으로부터 이산화 탄소(CO₂)가 생성되었음을 알 수 있다.

화석 연료는 C, H로 이루어져 있어 연소시키면 이산화 탄소와 물이 생성된다.

(나) 산소 → 화석 연료

염화 칼슘의 질량 증가 → 물 흡수

염화 칼슘

석회수가 뿌열게 흐려진다. → 이산화 탄소 흡수

- (가)에서는 $2\text{CuO} + \text{C} \rightarrow 2\text{Cu} + \text{CO}_2$ 의 반응이 일어나고, 이때 발생한 CO₂에 의해 석회수가 뿌열게 흐려진다.
- (나)에서는 화석 연료의 연소 반응(C, H) + O₂ → CO₂ + H₂O)으로 H₂O, CO₂가 생성되고, 염화 칼슘은 H₂O를 흡수하여 질량이 증가하고, 석회수는 CO₂로 인해 뿌열게 흐려진다.

ㄱ. (가)에서는 $2\text{CuO} + \text{C} \rightarrow 2\text{Cu} + \text{CO}_2$ 의 반응이 일어나 발생한 이산화 탄소(CO₂)에 의해 석회수가 뿌열게 흐려진다. (나)에서는 염화 칼슘관의 질량이 증가하였으므로 물(H₂O)이 생성되었음을, 석회수가 뿌열게 흐려졌으므로 이산화 탄소(CO₂)가 생성되었음을 알 수 있으며, 이로부터 (나)의 화석 연료의 주성분이 탄소(C), 수소(H)라는 것을 알 수 있다.

ㄴ. (가)에서 산화 구리(Ⅱ)는 결합하고 있던 산소를 잃기 때문에 질량이 감소한다. (나)에서 시료관 안의 화석 연료는 연소하여 이산화 탄소와 물을 생성하고, 이산화 탄소와 물은 각각 석회수와 염화 칼슘관에 흡수되기 때문에 화석 연료의 질량은 감소한다.

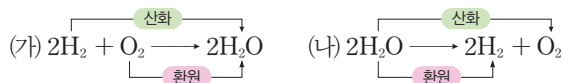
[바로 알기] ㄴ. (가)에서 산화 구리(Ⅱ)는 산소를 잃기 때문에 환원되고, (나)에서 화석 연료는 산소와 결합하기 때문에 산화된다.

2

ㄴ. (나) 물(H₂O)을 전기 분해하면 (－)극에서 수소(H₂) 기체가, (+)극에서 산소(O₂) 기체가 2 : 1의 부피비로 생성된다.

ㄷ. (가) 물의 합성, (나) 물의 분해 반응에서 다음과 같이 산화

와 환원이 일어난다.

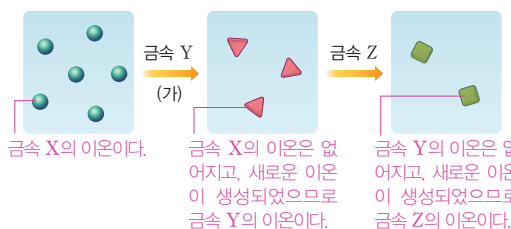


[바로 알기] ㄱ. (나)의 (－)극에서 생성된 H_2 는 H 원자끼리의 단일 결합으로, (+)극에서 생성된 O_2 는 O 원자끼리의 2중 결합으로 이루어진 공유 결합 물질이다.

3

자료 해석하기

금속과 금속 이온의 반응



- 금속 X의 이온이 있는 수용액에 금속 Y를 가하면 X 이온은 없어지고, Y 이온이 생성된다. → 금속 X 석출
- 금속 X와 Y 이온이 있는 수용액에 금속 Z를 가하면 Y 이온은 없어지고, Z 이온이 생성된다. → 금속 Y 석출

ㄴ. 세 번째 용액에는 금속 Z를 넣기 전과 다른 양이온이 존재하므로 ■는 Z 이온이다.

[바로 알기] ㄱ. (가)에서는 다음과 같은 반응이 일어난다.



이때 양이온인 X 이온은 전자를 얻어 금속 X로 환원된다.

ㄴ. 세 번째 용액에는 Z 이온과 함께 (가)에서 석출된 금속 X와 금속 Z를 넣었을 때 석출된 금속 Y가 함께 존재한다. X와 Z 이온을 혼합할 때 X가 산화된다면 세 번째 용액에 X 이온이 존재해야 하는데, X 이온이 없으므로 이 반응은 일어나지 않는다.

4 ㄱ. 아이오딘화 칼륨(KI) 수용액에 의해 종이에 전류가 흘러 산화 환원 반응이 일어나는 것이므로 아이오딘화 칼륨은 전해질이다.

ㄴ. (+)극에서는 아이오딘화 이온(I^-)이 전자를 잃고 아이오딘(I_2)으로 산화되는 반응이 일어난다.

[바로 알기] ㄴ. 글씨가 써지는 것은 (+)극에서 생성된 아이오딘이 종이 표면의 녹말과 반응하여 일어나는 현상이므로 (+)극에서 글씨가 써지게 된다.

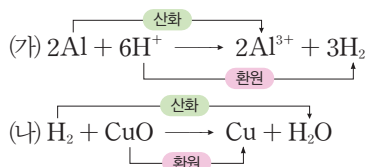
5 ㄱ. A는 광합성의 반응물 중 하나인 이산화 탄소(CO_2)로, 엽록체에서 일어나는 광합성 반응에서 이산화 탄소는 포도당으로 환원된다.

[바로 알기] ㄴ. B는 세포 호흡의 생성물 중 하나인 이산화 탄

소로, 이산화 탄소는 철의 제련에 이용되는 것이 아니라 철의 제련 과정에서 배출되는 물질이다.

ㄴ. 광합성은 태양의 빛에너지를 포도당의 형태로 저장하는 과정이며, 세포 호흡 반응에서 포도당과 산소로부터 물, 이산화 탄소와 함께 에너지가 생성되므로 생명 활동에 필요한 에너지를 얻는 반응은 세포 호흡이다.

6 (가)와 (나)에서는 다음과 같이 산화 환원 반응이 일어난다.



ㄱ, ㄴ. 알루미늄과 묽은 염산이 반응하면 알루미늄은 알루미늄 이온으로 산화되고, 수소 이온은 수소 기체로 환원된다. 따라서 기체 X는 수소 기체이다.

ㄴ. CuO 는 Cu^{2+} 과 O^{2-} 으로 이루어진 이온 결합 물질로, (나)에서 CuO 를 이루는 Cu^{2+} 은 전자를 얻어 Cu로 환원된다. 반대로 수소 기체는 물로 산화된다.

7 ㄱ. (가)에는 H^+ 2개, A 이온 2개가 있으므로 A 이온의 전하는 -1 이고, (나)에는 OH^- 2개, B 이온 1개가 있으므로 B 이온의 전하는 $+2$ 이다. 따라서 A 이온의 전하(-1)는 B 이온의 전하($+2$) $- 3 (= -1)$ 과 같다.

ㄴ. (가)의 H^+ 수와 (나)의 OH^- 수가 같으므로 이를 혼합한 용액 (다)는 중성 용액이다. (가)와 (나)를 혼합하면 중화 반응이 일어나면서 중화열이 발생하므로 (다)의 온도는 (가)와 (나)보다 높다.

ㄴ. (가)는 산성 용액, (나)는 염기성 용액, (다)는 중성 용액이므로 용액의 pH를 비교하면 (나) > (다) > (가)이다.

8 수산화 나트륨 수용액에 묽은 염산을 가하면서 중화시키는 것을 나타낸 모형으로 (가)에는 OH^- 이 있으므로 염기성, (나)에는 H^+ 이나 OH^- 이 없으므로 중성, (다)에는 H^+ 이 있으므로 산성 용액이다. 따라서 (나)는 중화점이다.

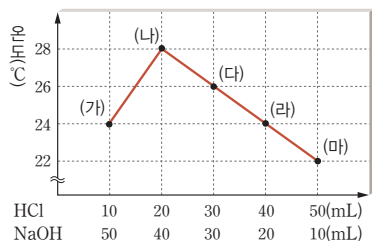
ㄴ. 탄산 칼슘과 반응하여 이산화 탄소 기체를 발생하는 용액은 H^+ 이 있는 (다)이다.

[바로 알기] ㄱ. (가)와 (나)의 전체 이온 수는 같지만 (나)는 수용액의 부피가 증가하여 이온의 농도가 감소하므로 전류의 세기는 (가)보다 (나)가 더 약하다. (나)에 묽은 염산을 더 가한 (다)는 이온의 농도가 다시 증가하여 (나)보다 전류의 세기가 강해진다. 따라서 중화점인 (나)에서 전류의 세기가 가장 약하다.

ㄴ. 페놀프탈레인 용액은 염기성에서 붉은색, 산성과 중성에서 무색이므로 (가)는 붉은색, (나)와 (다)는 무색이다.

산과 염기의 중화 반응

(가)~(마)에서 혼합 용액의 전체 부피는 모두 같고, (가)와 (라)의 최고 온도가 같고, (나)에서 최고 온도가 가장 높으므로 (나)에서 완전히 중화되었다.



- H^+ 와 OH^- 은 1 : 1의 개수비로 반응하는데, 묽은 염산 20 mL와 수산화 나트륨 수용액 40 mL가 반응한 (나)에서 완전히 중화되었으므로 단위 부피당 이온 수는 묽은 염산이 수산화 나트륨 수용액의 2배이다.
- 묽은 염산 20 mL와 수산화 나트륨 수용액 40 mL에 존재하는 H^+ 와 OH^- 의 상대적 수를 각각 40이라고 하면 (가)~(마)에서 각 이온 수는 다음 표와 같다.

실험	(가)	(나)	(다)	(라)	(마)
가한 HCl(mL)	10	20	30	40	50
H^+ 상대적 수	20	40	60	80	100
가한 NaOH(mL)	50	40	30	20	10
OH^- 상대적 수	50	40	30	20	10
반응한 H^+, OH^- 수	20	40	30	20	10
남은 H^+, OH^- 수	OH^- 30	0	H^+ 30	H^+ 60	H^+ 90
혼합 용액의 액성	염기성	중성	산성	산성	산성

(가)~(마)에서 혼합 용액의 전체 부피는 모두 같고, (가)와 (라)의 최고 온도가 같고, (나)에서 최고 온도가 가장 높으므로 (나)에서 완전히 중화되었다. 즉, 묽은 염산과 수산화 나트륨 수용액이 1 : 2의 부피비로 반응하여 완전히 중화되므로 단위 부피당 이온 수는 묽은 염산이 수산화 나트륨 수용액의 2배이다.

나. 혼합 용액의 액성이 (가)는 염기성, (나)는 중성, (다)~(마)는 산성이므로 BTB 용액을 떨어뜨렸을 때 파란색으로 변하는 것은 염기성인 (가)이다.

바로 알기 ㄱ. 생성된 물의 양이 가장 많은 것은 중화 반응이 가장 많이 일어난 (나)이다.

ㄴ. 마그네슘을 넣었을 때 수소 기체가 발생하는 것은 산성 용액인 (다), (라), (마)이다.

- 10 묽은 황산에 수산화 나트륨 수용액을 가할 때 묽은 황산에 들어 있던 구경꾼 이온인 황산 이온(SO_4^{2-})의 수는 변하지 않는다. 또, 다른 구경꾼 이온인 나트륨 이온(Na^+)의 수는 수산화

나트륨 수용액을 가할수록 그 수가 증가한다. 처음에 들어 있던 SO_4^{2-} 의 수가 N 이므로 H^+ 의 수는 $2N$ 이고, 가한 OH^- 의 수는 Na^+ 의 수와 같으므로 Na^+ 의 수가 $2N$ 인 (나)가 H^+ 와 OH^- 이 같은 수로 반응한 지점, 즉 중화점이다.

ㄴ. 묽은 황산 5 mL에는 $2N$ 개의 H^+ 와 N 개의 SO_4^{2-} 이 존재하고, 수산화 나트륨 수용액 5 mL에는 N 개의 Na^+ 과 N 개의 OH^- 이 존재하므로 반응 전 단위 부피당 이온 수의 비는 묽은 황산 : 수산화 나트륨 수용액 = 3 : 2이다.

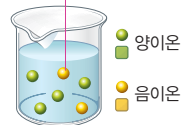
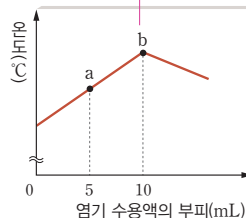
바로 알기 ㄱ. 중화점인 (나)의 최고 온도가 가장 높다.

ㄴ. (다)의 혼합 용액에 가장 많이 존재하는 이온은 구경꾼 이온인 Na^+ 이다.

산과 염기의 중화 반응

산에 염기를 가하여 중화시킬 때 혼합 용액의 최고 온도가 가장 높은 b는 중화점이다.

중화점인 b를 나타낸 (나)의 수용액은 전기적으로 중성이어야 하므로 \bullet 는 +1의 양이온이고, \circ 는 -2의 음이온이다.



- (가) (나)
- 중화점인 b를 나타낸 (나)의 수용액에는 H^+ 이나 OH^- 은 존재하지 않고 구경꾼 이온인 산의 음이온과 염기의 양이온만 있다.
 - 2의 음이온인 \circ 는 산의 음이온이므로 산은 H_2A 이고, +1의 양이온인 \bullet 는 염기의 양이온이므로 염기는 BOH 이다.
 - (나)에서 A^{2-} 이 2개 있고, B^+ 이 4개 있으므로 b에서 중화 반응 전후의 이온 수는 다음 표와 같다.

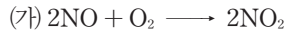
이온의 종류	중화 반응 전		중화 반응 후
	H_2A 10 mL	BOH 10 mL	
H^+ (\bullet)	4	0	0
A^{2-} (\circ)	2	0	2
B^+ (\bullet)	0	4	4
OH^- (\circ)	0	4	0

- a는 H_2A 10 mL에 BOH 5 mL를 가한 것이므로 중화 반응 전후의 이온 수는 다음 표와 같다.

이온의 종류	중화 반응 전		중화 반응 후
	H_2A 10 mL	BOH 5 mL	
H^+ (\bullet)	4	0	2
A^{2-} (\circ)	2	0	2
B^+ (\bullet)	0	2	2
OH^- (\circ)	0	2	0

산의 수용액에 염기의 수용액을 가하면서 중화시킬 때 중화점에서 온도가 가장 높으므로 b는 중화점이다. 중화점인 b에서는 구경꾼 이온인 산의 음이온과 염기의 양이온만 존재하므로 b에 존재하는 이온을 나타낸 그림 (나)에서 ●는 산의 음이온이고, ○는 염기의 양이온이다. (나)에서 수용액은 전기적으로 중성이므로 ●는 -2의 음이온이고, ○는 +1의 양이온이다. 따라서 ■는 H^+ 이고, □는 OH^- 이다. 산의 수용액 10 mL에 염기의 수용액 10 mL를 가한 b에서 중화 반응 전 이온은 H^+ (■) 4개, -2의 음이온(●) 2개, +1의 양이온(○) 4개, OH^- (□) 4개이다. a는 산의 수용액 10 mL에 염기의 수용액 5 mL를 가한 것이므로 중화 반응 전 이온은 H^+ (■) 4개, -2의 음이온(●) 2개, +1의 양이온(○) 2개, OH^- (□) 2개이고, 중화 반응 후에는 H^+ (■) 2개, -2의 음이온(●) 2개, +1의 양이온(○) 2개가 있다. 따라서 a의 혼합 용액에 존재하는 H^+ (■) 2개, -2의 음이온(●) 2개, +1의 양이온(○) 2개를 옳게 나타낸 것은 ①이다.

- 12 (가)와 (나)에서 일어나는 반응을 화학 반응식으로 나타내면 다음과 같다.



ㄱ. (가)에서 산화되는 물질은 산소와 결합한 NO이다.

ㄴ. (나)의 화학 반응식에서 화학 반응식의 계수 $a=3$, $b=1$, $c=2$, $d=1$ 이므로 $a+b(=4) > c+d(=3)$ 이다.

바로 알기 ㄷ. 산성비로 인해 산성화된 토양이나 호수에 석회가루를 뿌리는 것은 산화 환원 반응이 아니라 중화 반응을 이용한 것이다.

- 13 A는 선캄브리아 시대, B는 고생대, C는 중생대, D는 신생대이다.

ㄱ. 판게아가 형성된 시기는 고생대(B) 말이다.

ㄴ. 속씨식물은 신생대(D)에 번성하였다.

바로 알기 ㄷ. (나) 화폐석은 신생대(D)에 번성했던 생물이다. 따라서 먼저 퇴적된 선캄브리아 시대(A)의 지층에서는 화폐석 화석이 발견되지 않는다.

- 14 ㄱ. 석회암은 탄산 칼슘이 침전되거나 석회질 생명체의 사체가 해저에 쌓여 만들어지며, 산호는 따뜻하고 얕은 바다에서 서식한다. 따라서 이 지역은 석회암층에서 산호 화석이 발견되므로, 석회암층은 따뜻한 바다에서 퇴적되었음을 알 수 있다.
ㄴ. 석회암층은 바다에서 퇴적되었고, 그 위에 쌓여 있는 셰일층은 고사리 화석이 발견되므로 육지에서 퇴적되었다.

따라서 셰일층이 쌓이기 전에 이 지역에서 육지가 일어나 육지 환경으로 바뀌었음을 알 수 있다.

바로 알기 ㄷ. 고사리는 온난하고 습한 육지에서 서식한다. 따라서 고사리 화석이 발견된 셰일층이 퇴적될 당시에 이 지역의 기후는 온난하고 습했을 것이다.

- 15 ㄴ. 곤충류는 육상 동물에 속한다. 따라서 곤충류는 오존층이 형성된 이후에 출현하였다.

ㄷ. 식물이 번성한 순서는 양치식물(고생대) → 겉씨식물(중생대) → 속씨식물(신생대) 순이다.

바로 알기 ㄱ. 가장 먼저 번성한 척추동물은 어류이다. 어류는 고생대 중기에 번성하였으며, 포유류는 신생대에 번성하였다.

- 16 ㄱ. 생물 과의 수는 고생대에서 신생대로 갈수록 대체로 증가하였다.

ㄷ. 지질 시대는 생물계의 큰 변화를 기준으로 구분할 수 있다. 따라서 생물 과의 수가 급격하게 변하는 해양 동물이 육상 식물보다 지질 시대를 구분하는 데 더 유리하게 이용된다.

바로 알기 ㄴ. 판게아는 고생대 말에 형성되어 중생대 초까지 존재하였다. 따라서 판게아가 존재했던 시기는 A 시기 전후이다.

- 17 갈라파고스 군도의 각 섬으로 이주한 핀치는 번식하여 다양한 변이를 가진 자손을 낳아 생존 경쟁이 일어났고, 각 섬에 풍부한 먹이를 먹기에 유리한 모양의 부리를 가진 개체가 살아남아 자손을 남겨 자연 선택되었다. 오랜 시간 동안 이 과정이 반복되어 원래 한 종이었던 핀치는 부리 모양이 서로 다른 종으로 분화되었다.

바로 알기 ① 각 섬에 사는 핀치의 먹이 종류는 서로 다르다.

③ 핀치는 각 섬으로 흩어진 후 포식자가 아니라 먹이 환경에 적응하여 부리 모양이 다양해진 것이다.

④ 핀치는 각 섬으로 흩어져 살게된 후 서로 다른 종으로 분화되었으므로 종 다양성은 증가하였다.

⑤ 각 섬에 부리 모양이 다른 핀치가 발견되는 것은 각 섬의 환경에 가장 적합한 개체가 살아남은 결과이다.

- 18 ㄱ, ㄷ. 자연 선택이 일어나려면 개체 간에 변이가 일어나야 한다. 변이는 돌연변이나 생식세포 조합으로 인한 유전자 차이로 나타난다. (가)에서 개체의 형질이 A와 B로 서로 다른 변이가 일어났고, 환경에 더 잘 적응한 B를 가진 개체가 살아남아 자연 선택되었다.

바로 알기 ㄴ. 자연 선택 결과 B를 가진 개체가 살아남았으므로 환경 변화에 대한 적응력은 A를 가진 개체보다 B를 가진 개체가 높다.

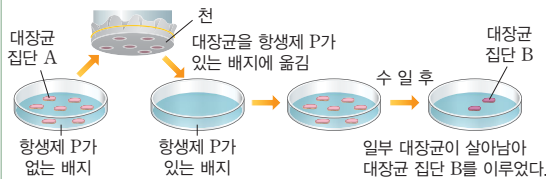
- 19 ㄱ. 말라리아가 발생하지 않은 지역(가)에서는 낫 모양 적혈구 유전자가 없는 사람의 비율이 높고, 낫 모양 적혈구 유전자가 있는 사람의 비율이 낮다. 이는 낫 모양 적혈구 유전자를 가진 사람은 심한 빈혈 증상이 나타나 일반적으로 생존에 불리하기 때문에 나타난 결과이다.

바로 알기 ㄴ. (나)에서는 유전자형이 AS인 사람이 (가)보다 많다. 이는 말라리아가 자주 발생하는 지역에서는 낫 모양 적혈구 유전자를 가진 사람이 생존에 유리하여 살아남아 자손을 남기는 자연 선택이 일어났기 때문이다.

ㄷ. (나)에서 유전자형이 SS인 사람은 유전자형이 AS인 사람보다 적다. 따라서 낫 모양 적혈구 유전자를 많이 가질수록 생존에 유리하다고 볼 수 없다.

20 자료 해석하기

항생제에 의한 자연 선택과 진화



항생제 처리 전 대장균 집단 A에는 항생제 내성을 가진 개체와 항생제 내성을 가지지 않은 개체가 같이 섞여 있었다. 항생제를 처리하면 항생제 내성을 가진 개체가 살아남아 증식하여 항생제 내성을 가진 대장균 집단 B로 진화한다.

ㄱ. 집단 A를 항생제 P가 있는 배지로 옮겨 배양하였을 때 대장균이 대부분 죽고 항생제 P에 내성을 가진 일부 대장균이 살아남아 번식하여 대장균 집단 B를 이룬 것이다. 따라서 집단 A에서 항생제 P에 의해 자연 선택이 일어난 것이다.

ㄴ. 돌연변이가 일어나지 않았다고 하였으므로 집단 A에는 이미 항생제 P 내성 유전자를 가지고 있는 대장균이 있었고, 이 대장균들이 항생제를 처리하였을 때 살아남았다고 설명할 수 있다.

ㄷ. 집단 B로 실험을 반복하면 항생제 P에 내성이 없는 대장균은 대부분 죽으므로 집단 내에 항생제 P 내성 유전자를 가진 대장균의 비율이 증가할 것이다.

- 21 (가)는 유전적 다양성, (나)는 종 다양성, (다)는 생태계 다양성을 나타낸 것이다.

ㄱ. 사람마다 눈동자 색이 다른 것은 멜라닌 합성 효소를 만드는 유전자에 차이가 있어 멜라닌 합성량이 달라지기 때문이므로 유전적 다양성에 해당한다.

ㄴ. 일정한 지역에 생물종이 많이 서식하고 균등하게 분포하면

종 다양성이 높은 것이다.

바로 알기 ㄷ. 한 지역 내에 존재하는 생물의 다양한 정도는 (나) 종 다양성에 해당한다.

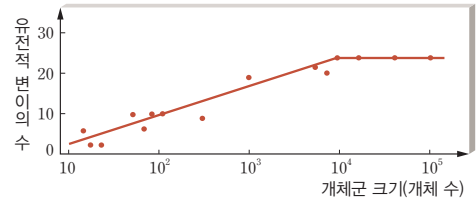
- 22 ㄴ. (가)에서 종 B, C, D는 $\frac{\text{특정 종의 개체 수}}{\text{식물의 전체 개체 수}} = \frac{4}{15}$ 로 동일하다.

바로 알기 ㄱ. (나)는 (가)와 식물의 종 수는 같지만 종의 분포가 (가)보다 불균등하므로 (나)는 (가)보다 식물의 종 다양성이 낮다.

ㄷ. 같은 종 내에서 개체의 크기와 모양이 다르게 나타나는 것은 유전적 다양성에 해당한다.

23 자료 해석하기

개체군의 크기와 유전적 변이



이 동물 종은 개체군의 크기가 10^4 이상이 되면 유전적 변이의 수가 일정하게 유지된다. 따라서 개체군의 크기가 최소 10^4 은 되어야 종의 유전적 다양성이 보전된다는 것을 알 수 있다.

ㄱ. 한 종 내에서 나타나는 유전적 변이의 수에 대한 자료이므로 생물 다양성 중 유전적 다양성에 해당된다.

ㄴ. 개체군의 크기가 10^4 에서 10^3 으로 줄어들면 유전적 변이의 수가 감소한다. 유전적 변이의 수가 감소하면 환경 변화에 대해 적응하는 정도도 낮아진다.

ㄷ. 그래프에서 개체군 크기가 10^4 이상이 되어야 유전적 변이의 수가 유지되어 유전적 다양성을 보전할 수 있다.

- 24 ㄷ. (나)에서의 생존율이 (다)에서의 생존율보다 더 높다. 따라서 산에 도로를 만들 때에는 (나)처럼 터널이나 고가도로 형태의 도로를 만들어야 야생 동물이 단편화된 서식지 사이를 이동할 수 있으므로 생물 다양성 보전에 적합하다.

바로 알기 ㄱ. 특정 지역에 외래종이 유입되어 환경에 적응하여 살아남을 경우 천적이 없어 그 지역에서 살고 있는 고유종의 생존을 위협하여 생태계 평형을 파괴할 수 있으므로 외래종의 유입은 신중하게 고려해야 한다.

ㄴ. 서식지가 분리되는 서식지 단편화 현상은 서식지 면적을 감소시켜 생물 다양성을 감소시키는 요인이 되므로 서식지 단편화가 일어나지 않도록 해야 한다.

IV 환경과 에너지

1 생태계와 환경

01 생태계의 구성 요소와 환경

개념 확인해서 **High**로

2권 128~129쪽

- 01 ㄱ, ㄴ 02 (1) (가) 비생물적 요인, (나) 생물적 요인
 (2) A: 생산자, B: 소비자, C: 분해자 03 ㄱ, ㄴ
 04 (가) - ㄷ, (나) - ㄱ, (다) - ㄴ 05 ㄴ 06 ㄱ, ㄴ
 07 물 08 ㉠ 분해자, ㉡ 통기성 09 ㄱ, ㄷ 10 (1) ㄴ
 (2) ㄴ (3) ㄱ (4) ㄷ (5) ㄷ (6) ㄹ

01 ㄱ, ㄴ. 개체는 하나의 생명체이고, 개체군은 같은 지역에 사는 동일 종의 개체로 이루어진 집단이다. 따라서 사슴 한 마리는 개체이고, 같은 지역에 사는 사슴 무리는 개체군이다.

[바로 알기] ㄷ. 개체가 모여 개체군이 되고, 개체군이 모여 군집이 되며, 군집과 비생물적 요인이 모여 생태계를 구성하므로 규모는 개체 < 개체군 < 군집 < 생태계로 나타낼 수 있다.

ㄹ. 생태계에서 서로 다른 생물종이 같은 서식 공간을 이용할 수도 있다.

02 (1) 생태계의 구성 요소는 빛, 물, 온도, 토양, 공기 등의 비생물적 요인(가)과 식물, 동물, 세균, 곰팡이 등의 생물적 요인(나)으로 구분된다.

(2) 생물적 요인은 양분을 획득하는 방법에 따라 생산자(A), 소비자(B), 분해자(C)로 구분된다.

03 ㄱ. 곰팡이는 생물의 배설물이나 사체를 분해하여 에너지를 얻는 분해자이다.

ㄴ. 생물을 둘러싸고 있는 빛, 온도, 물, 토양 등의 환경을 비생물적 요인이라고 한다.

[바로 알기] ㄴ. 1차 소비자에는 생산자인 식물을 먹이로 하는 초식 동물이 해당된다.

ㄷ. 생산자는 광합성을 하여 스스로 유기물을 합성한다.

04 (가)는 비생물적 요인이 생물에 영향을 주는 작용이며, (나)는 생물이 비생물적 요인에 영향을 주는 반작용이다. (다)는 생물 간에 영향을 주고받는 상호 작용이다.

ㄱ. 식물의 낙엽이 쌓여 토양이 비옥해지는 것은 반작용(나)이다.

ㄴ. 동물이 식물의 씨를 퍼트리는 것은 생물과 생물 사이의 상호 작용(다)이다.

ㄷ. 빛의 세기에 따라 식물의 성장 속도가 달라지는 것은 작용(가)이다.

05 ㄴ. 수심에 따라 분포하는 해조류의 종류가 다른데, 이것은 수심에 따라 도달하는 빛의 파장과 양이 다르기 때문이다.

[바로 알기] ㄱ. 파장이 긴 적색광은 얇은 곳까지만 투과하고, 파장이 짧은 청색광은 깊은 곳까지 투과한다.

ㄷ. 해조류는 자신의 몸 색깔과 반대인 색깔의 빛을 주로 이용하여 광합성을 하기 때문에 적색광이 도달하는 얇은 곳에는 녹조류가 많이 분포하고, 청색광이 도달하는 깊은 곳에는 홍조류가 많이 분포한다.

06 (가)는 북극여우, (나)는 사막여우이다.

ㄱ, ㄴ. (가)는 (나)보다 몸집은 크고, 귀나 코 등 몸의 말단부는 작다. 이러한 몸 구조는 몸 표면을 통한 열 방출량을 줄여 체온을 조절하기 위한 것이므로, (가)는 (나)보다 추운 지역에 산다는 것을 알 수 있다.

[바로 알기] ㄷ. (나)는 몸집이 작고, 귀나 코 같은 몸의 말단부가 크므로 몸 표면을 통해 몸의 열을 외부로 잘 방출한다.

07 수련의 줄기가 연하고 관다발이나 뿌리가 잘 발달하지 않는 것은 물이 풍부한 환경에 적응한 것이다. 선인장의 줄기에 저수 조직이 발달하고 선인장 잎이 가시 모양인 것은 물이 부족한 환경에 적응한 것이다.

08 토양에 사는 세균, 곰팡이 등의 미생물은 생태계에서 분해자로서 동식물의 사체나 배설물 속 유기물을 무기물로 분해하여 토양으로 돌려 보내어 물질을 순환시킨다. 지렁이는 토양 속을 돌아다니며 양분을 얻는데, 그 결과 토양의 통기성이 높아진다.

09 ㄱ. 바람은 공기가 이동하는 것이므로 식물의 꽃가루가 바람에 의해 운반되는 것은 공기에 의해 생물이 영향을 받는 것이다.

ㄷ. 공기가 희박한 고산 지대에 사는 사람은 평지에 사는 사람보다 혈액 속 적혈구 수가 많아 산소를 효과적으로 운반한다.

[바로 알기] ㄴ. 캥거루쥐가 콩팥이 발달하여 진한 오줌을 소량 배설하는 것은 사막의 건조한 환경에 적응하여 몸속 수분을 보존하기 위한 것이다.

10 (1) 국화가 가을에 꽃이 피는 것은 일조 시간의 영향이다.

(2) 음지 식물이 얇고 넓은 잎을 가진 것은 빛의 세기가 약한 환경에 적응한 것이다.

(3) 선인장 잎이 가시 모양인 것은 건조한 사막 환경에서 물을 보존하기 위해 적응한 것이다.

- (4) 북극여우가 사막여우보다 몸집이 큰 것은 추운 환경에서 열 방출량을 줄이기 위한 것이다.
- (5) 가을에 단풍이 드는 것은 온도가 낮아져서 나타나는 현상이다.
- (6) 해조류의 분포는 빛의 파장과 관계가 있다.

02 생태계 평형

탐구 확인 문제

2권 136쪽

01 ①, ⑤ 02 (1) (가) (2) 해설 참조

- 01 ② 멸치의 위는 검게 보이는 간 아래쪽에 있다.
- ③ 멸치 위 속의 먹이를 관찰하기 위해서는 살아 있는 채로 바로 삶아서 말린 큰 멸치를 사용하는 것이 좋다.
- ④ 멸치의 위를 해부침으로 잘게 찢어야 얇은 현미경 표본이 만들어져 현미경으로 위 속 먹이를 관찰할 수 있다.
- ⑤ 현미경 관찰 시 처음에는 저배율로 먹이의 위치를 찾고, 그 다음에 고배율로 바꾸어 먹이를 자세히 관찰하여 먹이의 종류를 알아낸다.
- ⑥ 위의 내용물이 모두 소화되면 먹이를 관찰할 수 없다.
- ⑦ 멸치의 먹이를 관찰하면 멸치의 하위 영양 단계 생물을 알 수 있지만, 상위 영양 단계 생물은 알 수 없다.

- 02 (1) 생물종은 (가)가 (나)보다 많다.
- (2) 모범 답안 | (가), (가)에서는 특정 종이 사라져도 이를 대신 할 다른 종이 있기 때문이다.

채점 기준	배점(%)
(가)라고 쓰고, 종 다양성이 높아 특정 종이 사라져도 대신할 다른 종이 있기 때문이라고 옳게 설명한 경우	100
(가)라고 쓰고, 먹이 그물이 복잡하기 때문이라고만 설명한 경우	80

개념 확인해서 High로!

2권 138~139쪽

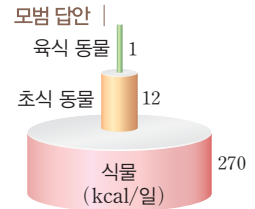
- 01 (가) 02 가, 나 03 가, 나, 다 04 해설 참조
- 05 A, D 06 ㉠ 생태계 평형, ㉡ 종 다양성 07 가, 나
- 08 가, 나 09 가, 다, 라 10 ㉠ 서식지, ㉡ 감소
- 11 ㉠ 생태 통로, ㉡ 단편화

- 01 (가)에서는 쥐가 사라지면 뱀이 먹이가 없어 죽게 된다.

- 02 **바로 알기** 나. 에너지 피라미드에서 생산자는 가장 하위에 위치한다.

- 03 안정된 생태계에서 위로 갈수록 작아지는 피라미드 형태가 되는 것은 개체 수, 생물량, 에너지양이다. 개체 크기는 위로 갈수록 커지고, 에너지 효율은 위로 갈수록 커지거나 일정하다.

- 04 각 영양 단계의 에너지양을 생산자부터 육식 동물까지 차례대로 쌓으면 오른쪽 그림과 같이 나타난다.



- 05 먹이 사슬의 각 영양 단계에서 에너지의 일부가 호흡을 통해 방출되므로 여러 영양 단계를 거칠수록 최종 소비자에 전달되는 에너지양이 줄어든다. 따라서 사람이 식물을 먹을 때(A) 전달되는 에너지가 가장 많고, 3차 소비자인 닭을 먹을 때(D) 전달되는 에너지가 가장 적다.

- 06 생태계를 구성하는 생물의 종류와 개체 수, 물질의 양, 에너지 흐름이 크게 변하지 않고 안정된 상태를 유지하는 것을 생태계 평형(㉠)이라고 한다. 생태계의 종 다양성(㉡)이 높아 먹이 그물이 복잡할수록 생태계 평형이 잘 유지된다.

- 07 가. 생물종이 다양하여 먹이 그물이 복잡할수록 생태계 평형이 잘 유지된다.

나. 안정된 생태계에서는 먹이 사슬을 따라 에너지가 원활하게 이동한다.

바로 알기 나. 홍수, 지진, 가뭄 등의 자연재해에 의해서도 생태계 평형이 파괴될 수 있다.

다. 평형을 이루고 있는 생태계에서는 생물의 개체 수가 크게 변하지 않고 유지된다.

- 08 **바로 알기** 다. 시간이 지나면 생물 군집의 일부 개체 수가 약간 증가할 수는 있지만, 모든 생물 군집의 개체 수가 크게 증가한 상태에서 생태계 평형이 회복되는 것은 아니다.

- 09 도시와 도로 건설, 농약 살포, 산사태로 인한 서식지 유실은 모두 생태계 평형을 파괴하는 원인이 된다.

- 10 경작지 개발, 도시와 도로 개발, 댐 건설, 무분별한 벌목은 숲 생태계를 훼손하여 생물의 서식지를 파괴함으로써 종 다양성을 감소시킨다.

- 11 생태 통로는 서식지 단편화로 야생 동물이 고립되는 것을 막고, 야생 동물이 도로를 건너다가 차에 치어 죽는 로드킬을 막을 수도 있다.

03 지구 환경 변화와 인간 생활

개념 확인해서 **High**로

2권 148~149쪽

01 ㄴ, ㄷ 02 ㉠ 커, ㉡ 낮아 03 ㉠ 증가, ㉡ 증가, ㉢ 강화, ㉣ 상승 04 ㄴ, ㄷ 05 ㄱ, ㄷ 06 (1) (가) 태양 복사 에너지 (나) 지구 복사 에너지 (2) 남는 에너지 - A, 부족한 에너지 - B 07 (1) (가) 극순환 (나) 페렐 순환 (다) 해들리 순환 (2) A: 극동풍, B: 편서풍, C: 무역풍 (3) 위도별 에너지 불균형, 지구의 자전 08 (1) 북적도 해류, 남적도 해류 (2) 북태평양 해류, 남극 순환류 09 저위도의 남는 에너지를 고위도로 운반하여 에너지 불균형을 해소한다. 10 ㉠ 무역풍, ㉡ 엘니뇨, ㉢ 동태평양, ㉣ 서태평양 11 ㄴ

01 ㄴ. 산호, 고사리 화석 등의 지상 화석을 이용하면 지층이 생성될 당시의 기후를 추정할 수 있다.

ㄷ. 빙하는 계절에 따라 다르게 형성되므로 나이테와 같은 줄무늬가 나타난다. 이를 분석하면 빙하의 생성 시기와 기후 변화를 알 수 있다.

[바로 알기] ㄱ, ㄷ. 나무의 나이테는 기온, 강수량 등의 변화에 따라 간격이 다르게 나타난다. 따라서 나이테 간격을 조사하면 과거의 기온과 강수량 변화를 추정할 수 있다. 과거의 대기 조성은 빙하 얼음 속 공기 방울을 이용하여 알 수 있다.

02 (가) 지구 자전축 기울기는 약 41000년을 주기로 변하는데, 자전축이 현재보다 더 기울어지면 여름과 겨울에 지구가 받는 태양 복사 에너지량의 차이가 커져 기온의 연교차가 커(㉠)진다. (나) 대규모의 화산 폭발로 많은 양의 화산재가 대기 중으로 분출되면 지구에 흡수되는 태양 복사 에너지량이 감소하므로 지구의 평균 기온이 낮아(㉡)진다.

03 산업 혁명 이후 화석 연료의 사용량이 증가(㉠)하여 대기 중 이산화 탄소 농도가 증가(㉡)하였으며, 이로 인해 온실 효과가 강화(㉢)되어 지구의 평균 기온이 상승(㉣)하는 지구 온난화가 발생하고 있다.

04 ㄴ. 지구 온난화로 지구의 평균 기온이 상승하면 해수의 온도가 상승하여 해수의 열팽창이 일어나고, 대륙 빙하가 녹아 바다로 흘러들면서 해수면의 높이가 높아진다.

ㄷ. 지구 온난화는 대기 중 이산화 탄소 등의 온실 기체 농도가 높아져서 발생하는 현상이다.

[바로 알기] ㄱ. 지구의 평균 기온이 상승하면 극지방과 고산 지대의 빙하가 녹으므로 빙하 면적은 감소한다.

ㄷ. 지구 온난화로 인해 해수면의 높이가 높아지면 해안 저지대가 침수되고 육지의 면적이 감소한다.

05 **[바로 알기]** ㄴ. 지구 온난화가 지속되면 한반도에서 아열대 기후 지역은 북쪽으로 더 확대될 것이다.

06 (1) (가)는 태양 복사 에너지, (나)는 지구 복사 에너지이다. (2) A는 입사하는 태양 복사 에너지량이 방출되는 지구 복사 에너지량보다 많으므로 남는 에너지이고, B는 입사하는 태양 복사 에너지량이 방출되는 지구 복사 에너지량보다 적으므로 부족한 에너지이다.

07 (1) (가)는 위도 60°~극지방에 형성된 것이므로 극순환이고, (나)는 위도 30°~60°에 형성된 것이므로 페렐 순환이며, (다)는 적도~위도 30°에 형성된 것이므로 해들리 순환이다.

(2) 극순환에 의해 고위도 지방의 지상에서는 극동풍(A)이 불고, 페렐 순환에 의해 중위도 지방의 지상에서는 편서풍(B)이 불며, 해들리 순환에 의해 저위도 지방의 지상에서는 무역풍(C)이 분다.

(3) 대기 대순환은 위도에 따른 에너지 불균형에 의해 발생하며, 지구 자전의 영향으로 북반구와 남반구에서 각각 3개의 순환 세포를 형성한다.

08 (1), (2) 태평양에서 무역풍에 의해 형성된 해류는 북적도 해류, 남적도 해류이고, 편서풍에 의해 형성된 해류는 북태평양 해류, 남극 순환류이다.

09 대기 대순환과 표층 순환은 저위도의 남는 에너지를 고위도로 운반하여 에너지 불균형을 해소하고 에너지 평형을 유지한다.

10 평상시보다 무역풍(㉠)이 약해져서 적도 부근 동태평양 해역의 표층 수온이 평년보다 높은 상태가 지속되는 현상을 엘니뇨(㉡)라고 한다. 엘니뇨가 발생하면 동태평양(㉢) 적도 부근에서는 상승 기류가 강해져서 강수량이 증가하여 홍수가 발생한다. 반면, 서태평양(㉣) 적도 부근에서는 하강 기류가 강해져서 강수량이 감소하여 가뭄이 발생한다.

11 ㄴ. 사막화는 대기 대순환의 변화로 강수량이 감소하고, 지나친 가축의 방목, 경작지 면적 확대, 과도한 삼림 벌채 등에 의해 발생한다.

[바로 알기] ㄱ. 사막은 주로 강수량이 적고 증발량이 많은 위도 30° 부근의 고압대에 분포한다.

ㄷ. 중국 내륙 지방의 사막화로 우리나라에 황사 발생 빈도가 증가하고 있다.

04 에너지의 효율적인 이용

개념 확인해서 **High로!**

2권 160~161쪽

01 (1) ㄹ (2) ㄷ (3) ㄱ (4) ㄴ **02** (1) 전기 에너지 → 소리 에너지 (2) 전기 에너지 → 열에너지 (3) 화학 에너지 → 빛에너지, 열에너지 **03** (1) 전지 충전 (2) 태양 전지 **04** 25 %
05 (1) 28 % (2) 300 kJ (3) 2000 kJ (4) 400 kJ **06** (1) $A > B = C$ (2) $B > A > C$ **07** (1) $16E_0$ (2) 트럭 **08** 해설 참조
09 (1) 화학 에너지 → 전기 에너지 → 역학적 에너지, 화학 에너지 → 열에너지 → 역학적 에너지 (2) 역학적 에너지 → 전기 에너지 → 화학 에너지 **10** (1) LED (2) 에너지 소비 효율 등급 (3) 스마트 플러그 **11** ㄱ, ㄷ, ㄹ

01 (1) 힘껏 차 올린 축구공은 올라가면서 위치가 높아진다. 따라서 운동하는 물체가 가지는 운동 에너지와 물체가 위치에 따라 잠재적으로 가지는 퍼텐셜 에너지를 가진다. 이러한 운동 에너지와 퍼텐셜 에너지의 합을 역학적 에너지라고 한다.

(2) 휘발유가 가진 화학 에너지는 엔진에서 운동 에너지로 전환된다.

(3) 우라늄 원자핵이 가진 핵에너지는 원자로에서 핵분열할 때 방출되어 핵발전 이용된다.

(4) 전류가 가진 에너지는 전기 에너지이다.

02 (1) 스피커에 전류(전기 에너지)가 흐르면 소리(소리 에너지)가 난다.

(2) 전기다리미에 전류(전기 에너지)가 흐르면 열(열에너지)이 발생한다.

(3) 연료(화학 에너지)가 연소하면 빛(빛에너지)과 열(열에너지)이 발생한다.

03 식물은 광합성을 통해 태양의 빛(빛에너지)을 양분(화학 에너지)으로 전환한다. 따라서 (나)는 화학 에너지, (다)는 빛에너지이다. 또한, 전등은 전류(전기 에너지)가 흐를 때 빛(빛에너지)을 발생시키는 장치이고, 전지는 화학 반응(화학 에너지)을 통해 전류(전기 에너지)를 발생시키는 장치이므로 (가)는 전기 에너지이다.

(1) ㉠은 전기 에너지가 화학 에너지로 전환되는 것을 의미한다. 이러한 예로 전지를 충전하는 것이 있다.

(2) ㉡은 빛에너지가 전기 에너지로 전환되는 것을 의미한다. 이러한 예로 태양 전지가 있다.

04 에너지는 다른 형태로 전환될 뿐 새로 생성되거나 소멸되지 않고 그 총량은 일정하게 보존된다. 이를 에너지 보존 법칙이라고 한다.

에너지 보존 법칙에 의해 $100\% = \textcircled{1} + 45\% + 30\%$ 에서 운동 에너지 $\textcircled{1} = 25\%$ 이다.

05 열기관에 공급한 열을 Q_1 , 열기관이 한 일을 W , 열기관이 방출한 열을 Q_2 라고 하면 열효율 e 는 다음과 같다.

$$e(\%) = \frac{W}{Q_1} \times 100 = \left(1 - \frac{Q_2}{Q_1}\right) \times 100$$

(1) Q_1 은 500 kJ, Q_2 는 360 kJ이므로 열효율은 다음과 같다.

$$e = \left(1 - \frac{Q_2}{Q_1}\right) \times 100 = \left(1 - \frac{360}{500}\right) \times 100 = 28(\%)$$

(2) 에너지 보존 법칙에 의해 $Q_1 = W + Q_2$ 이다. 따라서 방출한 열 = $500 \text{ kJ} - 200 \text{ kJ} = 300 \text{ kJ}$ 이다.

(3) (가)의 열기관의 열효율이 28 %이다. 이 열기관으로 560 kJ

의 일을 하기 위해서는 $28 = \frac{560}{Q_1} \times 100$ 에서 $Q_1 = 2000 \text{ (kJ)}$

만큼의 열을 공급해 주어야 한다.

(4) (나)에서 Q_1 은 500 kJ, W 는 200 kJ이므로 열기관의 열효율은 다음과 같다.

$$e = \frac{W}{Q_1} \times 100 = \frac{200}{500} \times 100 = 40(\%)$$

따라서 방출한 열이 600 kJ인 경우, $40 = \left(1 - \frac{600}{Q}\right) \times 100$

에서 $Q = 1000 \text{ (kJ)}$ 만큼의 열을 공급해 주어야 한다.

따라서 에너지 보존 법칙에 의해 한 일 = $1000 \text{ kJ} - 600 \text{ kJ} = 400 \text{ kJ}$ 이다.

06 (1) • A가 한 일: $e = \left(1 - \frac{Q_2}{Q_1}\right) \times 100$ 에서 $25 = \left(1 - \frac{750}{Q_1}\right) \times 100$ 이므로 공급한 열 $Q_1 = 1000 \text{ (J)}$ 이다. 따라서 A가 한 일 = $1000 \text{ J} - 750 \text{ J} = 250 \text{ J}$ 이다.

• B가 한 일: $Q_1 = W + Q_2$ 에서 $W = Q_1 - Q_2 = 500 \text{ J} - 300 \text{ J} = 200 \text{ J}$ 이다.

• C가 한 일: $1000 \text{ J} - 800 \text{ J} = 200 \text{ J}$ 이다.

따라서 한 일의 양은 $A > B = C$ 이다.

(2) $e = \frac{W}{Q_1} \times 100$ 이므로 각각의 열효율은 다음과 같다.

• A의 열효율: 25 %

• B의 열효율: $\frac{200}{500} \times 100 = 40(\%)$

• C의 열효율: $\frac{200}{1000} \times 100 = 20(\%)$

따라서 열효율은 $B > A > C$ 이다.

07 (1) $e = \left(1 - \frac{Q_2}{Q_1}\right) \times 100$ 에서 $20 = \left(1 - \frac{Q_2}{20E_0}\right) \times 100$ 이므로 $Q_2 = 16E_0$ 이다. 즉, $16E_0$ 의 열에너지가 외부로 방출되어 버려진다.

(2) $e = \frac{W}{Q_1} \times 100$ 에서 트럭의 열기관의 열효율 $= \frac{12E_0}{50E_0} \times 100 = 24(\%)$ 이다. 따라서 트럭의 열기관의 열효율이 더 좋다.

08 모범 답안 | 열기관을 사용할 때는 항상 마찰이나 배기가스 등으로 열에너지가 방출되기 때문이다.

채점 기준	배점(%)
항상 마찰이나 배기가스 등으로 열에너지가 방출된다고 설명한 경우	100
항상 열에너지가 방출된다고만 설명한 경우	60

09 (1) 전지에 저장된 화학 에너지가 전기 에너지로 전환되어 전동기에 전류가 흐르면 역학적 에너지로 전환된다. 또한, 휘발유와 같은 연료가 연소하여 화학 에너지가 열에너지로 전환되고, 열기관(엔진)에서 이 열에너지가 역학적 에너지로 전환된다.

(2) 내리막길을 주행할 때 발전기가 가동하여 역학적 에너지가 전기 에너지로 전환되고, 이 전기 에너지는 전지에 화학 에너지로 저장된다.

10 (1) LED 전구는 형광등에 비해 에너지 효율이 높다. 따라서 조명으로 형광등 대신 LED 전구를 사용하면 에너지를 효율적으로 사용할 수 있다.

(2) 에너지 소비 효율 등급이 1등급에 가까울수록 에너지 효율이 좋은 제품을 의미한다.

(3) 스마트 플러그를 이용하면 인터넷을 통해 전기 사용량을 실시간으로 확인하여 불필요하게 전기 에너지를 낭비하고 있는 전기 제품을 쉽게 제어할 수 있다.

11 낭비되는 에너지를 줄이고 필요한 에너지를 화석 연료 없이 친환경적으로 얻는 미래형 주택을 에너지 제로 하우스라고 한다. ㄱ. 남쪽을 향한 큰 창은 채광이 잘 되게 하여 자연의 빛과 열을 이용할 수 있게 한다.

ㄴ, ㄷ. 태양의 빛에너지나 바람의 운동 에너지를 이용하면 화석 연료 없이 친환경적으로 전기 에너지를 얻을 수 있다.

[바로 알기] ㄴ. 열이 쉽게 이동하지 못하도록 성능이 좋은 단열재를 사용해야 실외로 이동하는 열을 차단하여 에너지를 절약할 수 있다.

중단원 개념 모아 정리하기

2권 162~163쪽

- ① 생태계 ② 분해자 ③ 반작용 ④ 빛의 파장
 ⑤ 크고 ⑥ 작다 ⑦ 가시 ⑧ 물 ⑨ 먹이 그물
 ⑩ 생태 피라미드 ⑪ 생태계 평형 ⑫ 먹이 사슬 ⑬ 종 다양성
 ⑭ 인간의 활동 ⑮ 온실 기체 ⑯ 상승
 ⑰ 편서풍 ⑱ 무역풍 ⑲ 상승 ⑳ 에너지 ㉑ 에너지 보존
 ㉒ 열기관 ㉓ 열효율 ㉔ 에너지 제로

실력 높여 Top으로!

2권 164~169쪽

- 01 ⑤ 02 ④ 03 ⑤ 04 ㄱ, ㄴ 05 ① 06 ③
 07 ② 08 ③ 09 ⑤ 10 ① 11 (나) → (가) → (다)
 12 ④ 13 ④ 14 ⑤ 15 ③ 16 ⑤ 17 ④
 18 ② 19 ④ 20 ② 21 ⑤ 22 ⑤ 23 ①
 24 ④ 25 ④

01 생태계는 생물이 다른 생물 및 주변 환경과 서로 영향을 주고받으며 상호 작용하는 시스템이다.

[바로 알기] ①, ④ 같은 지역에 사는 같은 종의 개체가 모여 개체군을 이루고, 여러 개체군이 모여 군집을 이룬다.

② 경작지, 도시의 공원 등 인위적으로 만든 것도 생태계이다.

③ 토양 속에 사는 세균은 생물적 요인에 포함된다.

02 ㄴ, ㄷ. 소비자는 다른 생산자나 다른 소비자를 섭취하여 유기물을 얻고, 분해자는 생물의 사체나 배설물에 들어 있는 유기물을 무기물로 분해하여 에너지를 얻는다.

[바로 알기] ㄱ. 생산자는 빛에너지를 이용하여 무기물로부터 유기물을 생산한다.

03 (가)는 생물이 비생물적 요인에 영향을 주는 반작용, (나)는 비생물적 요인이 생물에 영향을 주는 작용, (다)는 생물이 서로 영향을 주고받는 상호 작용 중 생산자와 소비자 사이의 관계를 나타낸 것이다.

[바로 알기] ⑤ 뿌리혹박테리아는 분해자이고 콩과식물은 생산자이므로 (다)에 해당하지 않는다.

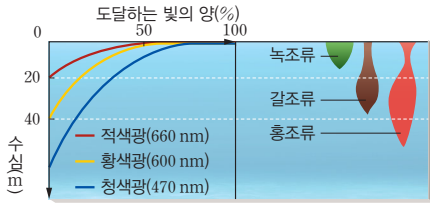
04 ㄱ. (가)는 (나)보다 울타리 조치가 두껍게 발달하였다.

ㄴ. 한 그루의 나무에 달린 잎이라도 약한 빛을 받고 자란 잎(나)은 얇고 강한 빛을 받고 자란 잎(가)은 두껍다.

[바로 알기] ㄷ. 동백나무의 잎에 큐티클층이 발달한 것은 추운 겨울을 견디기 위한 것이므로 온도에 대한 적응이다.

05 자료 해석하기

수심에 따른 해조류의 분포와 빛의 파장별 투과도



- 해조류의 서식 깊이: 홍조류 > 갈조류 > 녹조류
- 빛의 파장별 도달 깊이: 청색광 > 황색광 > 적색광

ㄱ. 청색광이 가장 바다 깊은 곳까지 도달하므로 빛의 투과도는 청색광이 가장 높다.

[바로 알기] ㄴ. 홍조류는 주로 청색광을 이용하여 광합성을 한다.

ㄷ. 빛의 파장별 투과도에 따라 해조류의 분포가 달라지는 것이므로 작용의 예에 해당한다.

06 털송이풀의 털, 개구리의 겨울잠, 여우의 몸집과 몸의 말단부 크기는 모두 온도에 대한 적응이다. 도마뱀이 낮에 햇빛을 쬔 것도 온도에 대한 적응이다.

[바로 알기] ① 봄에 새들이 짝짓기 하는 것은 일조 시간과 관련이 있다.

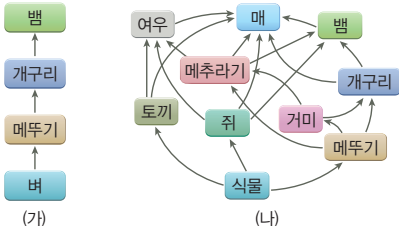
②, ④ 땅거북 알이 단단한 껍질에 싸여 있는 것과 갈대에 통기 조직이 발달한 것은 물에 대한 적응이다.

⑤ 토양의 깊이에 따라 분포하는 세균의 종류가 다른 것은 토양의 깊이에 따라 공기 함량이 다르기 때문이다.

07 (가) 개구리밥은 물이 풍부한 환경에서 살기 때문에 관다발이 발달하지 않은 것이다. (나) 기러기가 계절에 따라 서식지를 옮기는 것은 온도에 대한 적응 현상이다. (다) 고산 지대 사람의 혈액에 적혈구가 많은 것은 공기가 희박한 환경에 적응한 것이다.

08 자료 해석하기

먹이 그물과 종 다양성



- (가)는 생물종 구성이 단순하고, (나)는 생물종 구성이 다양하다.
- 종 다양성이 낮은 (가)는 개구리가 없다면 뱀도 멸종하여 생태계가 파괴되기 쉽다.

ㄷ. 개구리가 멸종하면 (가)에서는 개구리를 대신할 수 있는 생물이 없기 때문에 뱀이 멸종할 가능성이 (나)보다 크다.

[바로 알기] ㄱ. 생물종이 많을수록 종 다양성이 크므로 (나)가 (가)보다 종 다양성이 크다.

ㄴ. (가)에서 뱀은 3차 소비자이다. (나)에서는 뱀이 2차 소비자이자 3차 소비자이다.

09 ㄴ. 에너지 효율(%) = $\frac{\text{현 영양 단계의 에너지양}}{\text{전 영양 단계의 에너지양}} \times 100$ 이다.

2차 소비자의 에너지 효율은 (가)에서는 $\frac{2}{10} \times 100 = 20\%$,

(나)에서는 $\frac{3}{15} \times 100 = 20\%$ 이므로 서로 같다.

ㄷ. 에너지량은 상위 영양 단계로 갈수록 줄어든다.

[바로 알기] ㄱ. 생태 피라미드 하단에는 생산자가 위치하므로 A는 생산자이다. 세균과 곰팡이는 분해자이며, 생태 피라미드에서 분해자 단계는 표시되지 않는다.

10 ㄱ. (가)보다 (나)의 종 수가 많으므로 먹이 그물은 (가)보다 (나)가 복잡하다.

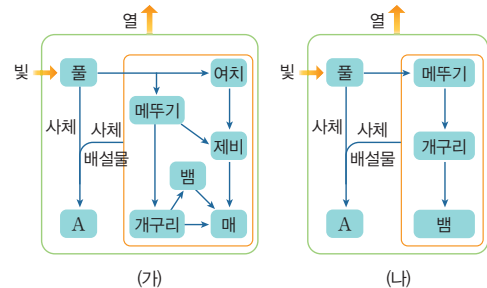
[바로 알기] ㄴ. 주어진 자료에는 개체 수가 없으므로 자료를 이용해 개체 수 피라미드를 그릴 수 없다.

ㄷ. (나)에서 소비자의 에너지양 합은 46으로 생산자의 에너지양 530보다 적다.

11 일시적으로 1차 소비자가 증가하면, 1차 소비자를 먹이로 하는 2차 소비자는 증가하고, 1차 소비자의 먹이인 생산자는 감소한다(나). 그 결과 1차 소비자가 감소한다(가). 1차 소비자가 감소하면 2차 소비자도 감소하고 생산자는 증가하여(다) 다시 생태계 평형 상태가 된다.

12 자료 해석하기

생태계 구성 요소와 먹이 그물



- A는 사체와 배설물로부터 에너지를 얻는 것으로 보아 분해자이다.
- (가)는 (나)보다 생물종이 다양하다. 즉, 종 다양성이 높다.
- (나)는 종 다양성이 낮아 한 종의 증감에 의해 생태계가 평형을 잃을 가능성이 높다. 즉, 환경 변화에 취약하다.

ㄱ. A는 생물의 사체와 배설물이 전달되므로 분해자이다. 분해자는 사체와 배설물에 포함된 유기물을 무기물로 분해하여 환경으로 돌려보내는 기능을 한다.

ㄷ. (나)에서 1차 소비자인 메뚜기의 개체 수가 일시적으로 증가하면 메뚜기의 먹이인 풀의 양은 감소한다. 또한, 메뚜기를 먹는 개구리의 개체 수는 증가하므로 개구리를 먹는 뱀의 개체 수도 증가한다.

바로 알기 ㄴ. (나)는 (가)보다 종 다양성이 낮아 먹이 그물이 단순하다. 먹이 그물이 단순한 생태계는 먹이 그물이 복잡한 생태계보다 환경 변화가 일어났을 때 생태계 평형이 깨질 가능성이 높다.

13 ① 습지는 수질을 정화하는 기능을 하므로 주요 습지를 보호 구역으로 지정하는 것은 생태계 평형을 보전하는 것이다.

② 도로를 건설할 때 생태 통로를 설치하면 서식지 단편화를 보완하여 야생 동물이 고립되는 것을 막을 수 있다.

③ 산사태로 무너진 삼림의 토양을 재정비하는 것은 생물의 개체 수를 회복하는 데 도움이 된다.

⑤ 멸종 위기 동물과 보호 구역을 지정하여 보호하는 것은 생태계 평형을 보전하는 노력에 해당한다.

바로 알기 ④ 외래종인 황소개구리는 생태계를 교란하므로 하천으로 함부로 방출하면 안 된다.

14 ㄴ. 대기 중 이산화 탄소 농도가 증가하면 온실 효과가 강화되어 지구의 평균 기온이 높아지고 북극 지방의 빙하 면적이 감소한다. 따라서 (나)는 (가)를 일으키는 원인이 된다.

ㄷ. 지구 자전축 기울기가 현재보다 더 기울어지면 여름과 겨울에 지구가 받는 태양 복사 에너지량의 차이가 커져 기온의 연교차가 커진다.

바로 알기 ㄱ. (가)와 같이 극지방의 빙하 면적이 줄어들면 반사율이 큰 빙하 지역이 반사율이 작은 물 또는 토양으로 변한다. 따라서 극지방의 반사율은 감소한다.

15 ㄱ. 대기 중 이산화 탄소 농도는 여름에는 광합성에 의해 감소하고, 겨울에는 난방을 위한 화석 연료 사용량이 많아지면서 증가하기 때문에 계절에 따라 다르게 나타난다. 자료에서 계절에 따른 이산화 탄소 농도의 변동 폭은 우리나라가 전 세계 평균보다 크다.

ㄴ. 우리나라의 대기 중 이산화 탄소 농도는 계절에 따라 증감하기는 하지만, 대체로 증가하는 추세이다.

바로 알기 ㄷ. 우리나라는 전 세계 평균보다 대기 중의 이산화 탄소 농도가 높으므로, 우리나라의 기온 상승은 전 세계 평균에 비해 비교적 크게 나타난다.

16 ㄱ. 저위도 지역은 에너지 과잉, 고위도 지역은 에너지 부족 상태이다. 저위도 지역에서 A의 값이 B의 값보다 작으므로 A는 지구 복사 에너지, B는 태양 복사 에너지이다.

ㄴ. 그림에서 A는 B보다 완만한 곡선을 이루므로, 복사 에너지의 위도별 편차는 A가 B보다 작다.

ㄷ. 지구가 둥글기 때문에 위도에 따라 단위 면적에 도달하는 태양 복사 에너지량이 달라서 에너지 불균형이 발생하며, 에너지 불균형이 원인이 되어 대기와 해수가 순환한다.

17 자료 해석하기

대기 대순환



- 극순환(A): 극에서 냉각된 공기가 하강하여 극동풍을 형성하고, 위도 60° 부근에서 상승한다.
- 페렐 순환(B): A와 C 순환에 의해 형성된다. 위도 30° 부근에서 하강한 공기가 고위도로 이동한 다음 위도 60° 부근에서 상승하며, 지상에서는 편서풍을 형성한다.
- 해들리 순환(C): 적도에서 가열된 공기가 상승하여 위도 30° 부근에서 하강하고, 지상에서는 무역풍을 형성한다.

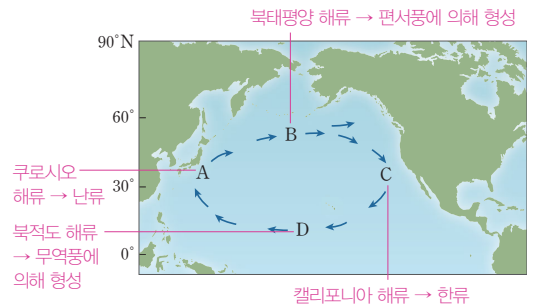
ㄱ. A는 극순환, B는 페렐 순환, C는 해들리 순환이다.

ㄴ. A의 지상에서는 극동풍이 불고, B의 지상에서는 편서풍이 불며, C의 지상에서는 무역풍이 분다.

바로 알기 ㄷ. 위도 30° 지역은 대기 대순환에 의해 하강 기류가 발달하고, 위도 60° 지역은 상승 기류가 발달한다. 따라서 강수량은 위도 30° 지역이 위도 60° 지역보다 적다.

18 자료 해석하기

북태평양의 아열대 순환



- 무역풍대의 해류와 편서풍대의 해류로 이루어진 순환을 아열대 순환이라고 한다.
- 북반구 아열대 순환은 북적도 해류(D) → 쿠로시오 해류(A) → 북태평양 해류(B) → 캘리포니아 해류(C)로 이루어진다.
- 북반구 아열대 순환은 시계 방향, 남반구 아열대 순환은 시계 반대 방향으로 나타난다.

ㄷ. 아열대 순환은 저위도의 에너지를 고위도로 수송하며 지구의 에너지 평형을 유지하는 중요한 역할을 한다.

[바로 알기] ㄱ. A는 저위도에서 고위도로 흐르는 난류인 쿠로시오 해류이고, C는 고위도에서 저위도로 흐르는 한류인 캘리포니아 해류이다.

ㄴ. B는 편서풍에 의해 형성된 북태평양 해류이고, D는 무역풍에 의해 형성된 북적도 해류이다.

19 (가)는 평상시, (나)는 엘니뇨 발생 시의 모습이다.

④ 평상시에 B 해역에서는 용승이 활발하여 표층 수온이 낮게 나타난다.

[바로 알기] ① (가)는 무역풍이 불어 동태평양 적도 부근 해역의 따뜻한 해수가 서쪽으로 이동하는 평상시의 모습이다.

② 평상시에 A 해역에는 상승 기류가 우세하여 강수량이 많지만, 엘니뇨가 발생하면 A 해역은 하강 기류가 발달하여 강수량이 적어진다.

③ 무역풍이 약해져 엘니뇨가 발생하면 B 해역에서는 용승이 약해져서 표층 수온이 높아진다. 따라서 B 해역의 표층 수온은 (가)일 때가 (나)일 때보다 낮다.

⑤ 엘니뇨가 발생하면 B 해역 부근에 상승 기류가 발달하여 강수량이 증가한다. 따라서 홍수 피해가 발생할 수 있다.

20 C: 에너지는 전환되는 과정에서 총량은 보존되지만 일부가 다시 사용할 수 없는 열에너지로 전환된다. 이에 따라 우리에게 유용한 에너지가 점점 감소하므로, 우리는 에너지를 효율적으로 이용해야 한다.

[바로 알기] A: 에너지란 물체나 시스템이 일을 할 수 있는 능력을 의미한다.

B: 에너지는 한 형태에서 다른 형태로 전환될 뿐 소멸되거나 새로 생성되지 않고 그 총량은 일정하게 보존된다. 이를 에너지 보존 법칙이라고 한다.

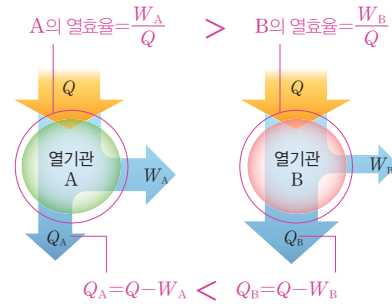
21 ㄱ. 물질이 연소하면 빛과 열이 발생한다. 이는 물질에 저장된 화학 에너지가 빛에너지와 열에너지로 전환되는 것이다.

ㄴ. 휴대 전화에 사용되는 전지에 전류가 흐르면 전지가 충전된다. 이는 전류에 의한 전기 에너지가 전지의 화학 에너지로 전환된 것이다.

ㄷ. 광합성은 식물이 햇빛(빛에너지)을 받아 양분(화학 에너지)을 생성하는 것이다. 따라서 ㉔에 들어갈 에너지 형태는 빛에너지이다. 태양 전지는 ㉔과 같이 태양의 빛 에너지를 직접 전기 에너지로 전환하는 장치이다.

22 자료 해석하기

열기관의 열효율



ㄱ. $Q_A = Q - W_A$ 이고, $Q_B = Q - W_B$ 이다. $W_A > W_B$ 이므로 $Q_A < Q_B$ 이다.

ㄴ. $W_A > W_B$ 이므로 $\frac{W_A}{Q} > \frac{W_B}{Q}$ 이다. 따라서 열효율은 열기관 A가 열기관 B보다 높다.

ㄷ. 열기관의 열효율이 좋을수록 같은 양의 일을 하는 데 적은 열이 필요하다. 따라서 같은 양의 일을 하기 위해서는 A보다 B에 더 많은 열을 공급해야 한다.

23 (가): 에너지 보존 법칙에 의해 $Q_1 = W + Q_2$ 이다. 따라서 (가) = 150 J - 105 J = 45 J이다.

(나): 열효율 = $\frac{W}{Q_1}$ 이므로 $\frac{45 \text{ J}}{150 \text{ J}} = \frac{300 \text{ J}}{(나)}$ 에서 (나) = 1000 J이다.

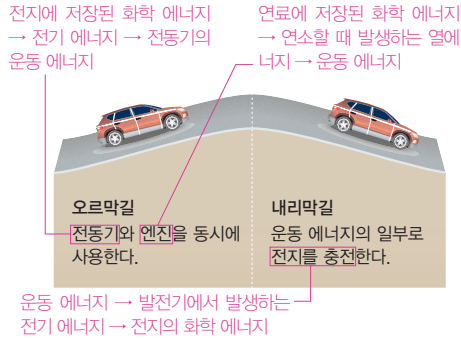
(다): 에너지 보존 법칙에 의해 (다) = 1000 J - 300 J = 700 J이다.

따라서 (가) + (나) + (다) = 45 J + 1000 J + 700 J = 1745 J이다.

24 ㄴ, ㄷ. 에너지 소비 효율 등급이 1등급에 가까울수록 에너지 효율이 높은 것이다. 따라서 같은 열을 공급하여도 에너지 소비 효율 등급이 1등급인 A가 한 일이 3등급인 B가 한 일보다 많으며, 같은 일을 하기 위해서는 A보다 B에 더 많은 양의 열을 공급해야 한다.

[바로 알기] ㄱ. 열기관으로 일을 할 때 항상 마찰이나 배기가스 등으로 열에너지가 방출된다. 즉, 에너지 소비 효율 등급이 1등급이더라도 방출하는 열은 반드시 존재한다.

하이브리드 자동차



ㄴ, ㄷ. 내리막길에서는 자동차의 운동 에너지로 발전기를 돌려 전기 에너지를 생산하며, 이 전기 에너지는 전지에 화학 에너지의 형태로 저장된다.

바로 알기 ㄱ. 오르막길에서 전동기를 사용할 때 일어난다.

차이를 만드는 통합 사고력 문제

2권 170~173쪽

01 모범 답안 | 저위도에서 고위도로 갈수록 서식지의 온도가 낮아지면서 여우의 몸집이 커지고 몸의 말단부가 작아지는 경향이 있다. 몸집이 크고 몸의 말단부가 작으면 몸의 열 방출이 잘 되지 않으므로 추운 극지방에서 체온을 유지하기에 유리하기 때문이다. 이와 반대로 몸집이 작고 몸의 말단부가 크면 몸의 열 방출이 잘 되어 더운 적도 지방에서 체온을 유지하는 데 유리하다.

채점 기준	배점(%)
서식지의 위도에 따른 여우의 몸집, 몸의 말단부 크기를 열 방출과 관련지어 모두 옳게 설명한 경우	100
서식지의 위도에 따른 여우의 몸집, 몸의 말단부 크기에 대해서만 설명한 경우	50
서식지의 위도에 따른 여우의 열 방출량에 대해서만 설명한 경우	50

해설 | 몸집이 크고 몸 말단부가 작으면 몸의 부피에 비해 표면적이 작아서 몸 표면을 통한 열 방출량이 적다. 몸집이 작고 몸의 말단부가 크면 몸의 부피에 비해 표면적이 넓어서 몸 표면을 통한 열 방출량이 많다.

02 모범 답안 | (가)는 종 다양성이 낮아 먹이 그물이 단순하기 때문에 멸치가 멸종하면 멸치를 먹는 정어리도 먹이가 없어 멸종하고 그에 따라 정어리를 먹는 상어도 멸종하여 생태계 평형이 깨질 수 있다. (나)에서는 종 다양성이 높아 먹이 그물이 복잡하기 때문에 멸치가 멸종하더라도 멸치를 대신하는 생물종이 있어 다른 생물종에 크게 영향을 주지 않아 생태계 평형을 유지할 수 있다.

채점 기준	배점(%)
(가)와 (나)의 종 다양성, 먹이 그물을 모두 언급하여 멸치가 멸종했을 때 생태계 평형에 대해 옳게 설명한 경우	100
종 다양성, 먹이 그물에 대한 언급 없이 생태계 평형에 대해서만 옳게 설명한 경우	50

03 모범 답안 | (1) 생태계 평형은 생물 간의 먹고 먹히는 관계, 즉 먹이 사슬에 의해 유지된다. 그런데 인간의 간섭으로 사슴의 포식자인 늑대가 멸종되어 먹이 사슬이 끊어지고 그 결과 사슴의 개체 수가 적절히 조절되지 못하여 생태계 평형이 깨진 것이다.

(2) 사슴의 포식자인 늑대를 도입하여 사슴의 개체 수가 줄어들게 되었다. 그 결과 사슴의 먹이인 나무와 풀 등이 번성하게 되어 생태계 평형이 회복되었다.

채점 기준	배점(%)
(1) 인간의 간섭으로 생태계 평형이 깨진 과정을 옳게 설명한 경우	50
인간이 간섭했기 때문이라고만 설명한 경우	20
(2) 생태계 회복 과정을 단계적으로 옳게 설명한 경우	50
늑대를 도입했기 때문이라고만 설명한 경우	20

해설 | 생태계 평형은 먹이 사슬에 기초하여 유지되며 조절된다. 인간이 사슴을 보호하기 위해 인위적으로 늑대를 멸종시켰기 때문에 생태계 평형이 깨진 것이다. 생물을 보호하기 위한 인간의 간섭이 특정 생물의 개체 수에 영향을 주면 오히려 먹이 사슬이 끊어져 생태계 평형을 파괴하는 결과를 초래할 수 있다.

04 모범 답안 | 옥상 정원은 도심의 열섬 현상을 줄이기 위해 조성된 것이다. 도심의 뜨거운 공기는 대기 오염과 극심한 열대야를 일으켜 냉방기를 가동하게 함으로써 온실 기체를 배출하는 원인이 되어 생태계 파괴로 이어진다. 도심 빌딩에 조성된 옥상 정원은 식물이 오염 물질을 흡수하여 공기를 정화하고, 주변 온도를 낮추어 공기가 순환하도록 하여 열섬 현상을 억제한다. 그 결과 도시의 온도를 낮춰 열대야를 방지하고 에너지를 절약

할 수 있어 생태계 파괴를 줄이는 데 도움이 된다.

채점 기준	배점(%)
옥상 정원 조성 이유를 열섬 현상과 관련지어 설명하고 생태계에 미친 영향을 옳게 설명한 경우	100
옥상 정원 조성 이유와 생태계에 미친 영향 중 한 가지만 설명한 경우	50

해설 | 인구가 집중된 도시는 무질서하게 세워진 건물 때문에 공기가 순환하지 못해 오염 물질이 쌓이고 주변보다 온도가 높은 열섬 현상이 나타난다.

- 05 모범 답안** | (1) 지구 온난화가 일어나면 해수의 온도가 높아져 기체의 용해도가 감소하므로 해수 속에 녹아 있던 이산화 탄소가 대기 중으로 방출된다. 또 빙하가 녹음으로써 지구의 반사율이 감소하여 태양 복사 에너지를 더 많이 흡수하게 된다. 이로 인해 지구 온난화가 더 빠른 속도로 진행된다.
- (2) 해수의 열팽창과 대륙 빙하의 용해로 해수면이 상승한다.

채점 기준	배점(%)
(1) 해수 속의 이산화 탄소 방출, 지구의 반사율 감소 등의 내용을 포함하여 옳게 설명한 경우	50
해수 속의 이산화 탄소 방출과 지구의 반사율 감소 중 한 가지만 옳게 설명한 경우	25
(2) 해수면 상승 원인 두 가지를 모두 옳게 설명한 경우	50
해수면 상승 원인 중 한 가지만 옳게 설명한 경우	25

해설 | (1) 수온이 상승하면 기체의 용해도가 감소한다.

- 06 모범 답안** | (1) 위도 30° 부근에는 하강 기류가 발달하여 강수량이 적고 증발량이 많기 때문이다.
- (2) 인위적인 요인: 과잉 방목, 과잉 경작, 지나친 삼림 벌채 등 대책: 숲의 면적 늘리기, 삼림 벌채 최소화, 가축의 방목 줄이기, 국제 협약 준수 등이 있다.

채점 기준	배점(%)
(1) 하강 기류, 강수량, 증발량 등을 언급하여 사막이 주로 분포하는 이유를 옳게 설명한 경우	50
대기 대순환과 연관 짓지 않고, 단순히 강수량이 적기 때문이라고만 설명한 경우	25
(2) 사막화 현상을 일으키는 인위적인 요인과 억제 대책을 모두 옳게 설명한 경우	50
사막화 현상을 일으키는 인위적인 요인과 억제 대책 중 한 가지만 옳게 설명한 경우	25

해설 | (1) 위도 30° 부근은 대기 대순환에 의해 하강 기류가 나타나 고압대가 발달한다. 따라서 강수량이 상대적으로 적고, 증발량이 많다. 이로 인해 사막과 사막화 지역이 위도 30° 부근에 잘 발달한다.

(2) 과잉 방목, 지나친 삼림 벌채, 과잉 경작 등으로 토양의 수분 저장력이 감소하면서 토양이 황폐해져 사막화 현상이 일어난다. 사막화 방지를 위해 숲의 면적을 늘리고, 삼림 벌채나 가축 방목의 최소화, 국가 간의 협력이 필요하다.

- 07 모범 답안** | 에너지는 사용 과정에서 점점 소멸하므로 → 에너지는 보존되지만 에너지 전환 과정에서 열에너지가 발생하여 우리에게 유용한 에너지의 양이 점점 감소하므로

채점 기준	배점(%)
잘못된 부분을 찾고, 에너지 보존과 전환을 들어 옳게 고친 경우	100
잘못된 부분을 찾고, 에너지 전환만을 언급하여 고친 경우	70
잘못된 부분만 찾은 경우	20

- 08 모범 답안** | (1) 에너지는 보존되므로 공급한 열에서 한 일만큼을 빼 열이 방출된다. 따라서 Q_2 , Q_3 은 다음과 같다.

$$Q_2 = 10 \text{ kJ} - 2 \text{ kJ} = 8 \text{ kJ}$$

$$Q_3 = Q_2 - 0.5 \text{ kJ} = 8 \text{ kJ} - 0.5 \text{ kJ} = 7.5 \text{ kJ}$$

(2) 열효율은 공급한 열 중 일로 전환된 비율을 나타내므로 (가), (나)의 열효율 비는 다음과 같다.

$$e_{(가)} : e_{(나)} = \frac{2 \text{ kJ}}{10 \text{ kJ}} : \frac{2 \text{ kJ} + 0.5 \text{ kJ}}{10 \text{ kJ}} = 4 : 5$$

채점 기준	배점(%)
(1) 에너지 보존을 이용한 풀이 과정을 통해 Q_2 , Q_3 을 모두 옳게 구한 경우	50
에너지 보존을 이용한 풀이 과정을 통해 Q_2 나 Q_3 중 하나만 옳게 구한 경우	25
풀이 과정이 없이 Q_2 , Q_3 만 옳게 구한 경우	20
(2) 열효율을 이용한 풀이 과정을 통해 $e_{(가)} : e_{(나)}$ 를 옳게 구한 경우	50
열효율을 이용한 풀이 과정이 없이 $e_{(가)} : e_{(나)}$ 만 옳게 구한 경우	20

해설 | (나)에서 공급한 열 10 kJ 중 열기관 A에서 2 kJ, 열기관 B에서 0.5 kJ이 일로 전환되었다. 즉, 10 kJ 중 2.5 kJ이 일로 전환되고, 나머지 7.5 kJ은 방출된다. 따라서 (나)의 열효율은 $\frac{2.5}{10} \times 100 = 25(\%)$ 이다. 한편 열기관 A와 B의

열효율은 각각 $\frac{2}{10} \times 100 = 20(\%)$, $\frac{0.5}{8} \times 100 = 6.25(\%)$ 이다.

따라서 두 열기관을 동시에 사용할 때 열효율은 각 열기관의 열효율의 합과 같지 않다는 것을 알 수 있다.

2 발전과 신재생 에너지

01 전기 에너지의 생산

탐구 확인 문제

2권 181쪽

- 01 ③, ⑤, ⑦ 02 (1) 역학적 에너지 → 전기 에너지 → 빛에너지
(2) 더 밝아진다.

- 01 ①, ② 만약 N극을 넣을 때 검류계 바늘이 회전하는 방향이 오른쪽이라면, 과정 ②의 결과를 정리하면 다음과 같다.

구분	코일에 넣을 때 검류계 바늘이 회전하는 방향	코일에서 뺄 때 검류계 바늘이 회전하는 방향
N극	오른쪽	왼쪽
S극	왼쪽	오른쪽

검류계 바늘이 회전하는 방향은 유도 전류의 방향을 나타내므로, N극을 넣을 때와 뺄 때, N극을 넣을 때와 S극을 넣을 때 유도 전류의 방향은 반대이다.

④, ⑥ 검류계 바늘이 많이 회전한다는 것은 유도 전류의 세기가 세다는 의미이다. 따라서 과정 ④와 과정 ⑤의 결과에서 자석을 빠르게 넣을수록, 자석을 많이 사용할수록 유도 전류의 세기가 세다는 것을 알 수 있다.

[바로 알기] ③ N극을 넣을 때와 S극을 뺄 때 유도 전류의 방향은 같다.

⑤ N극을 넣는 빠르기에 관계없이 유도 전류의 방향은 같다. 빠르기에 따라 코일을 통과하는 자기장의 시간적 변화율이 달라져 유도 전류의 세기가 달라지는 것이다.

⑦ 과정 ⑥의 결과에서 검류계 바늘이 회전하므로, 자석 대신 코일이 움직여도 전자기 유도가 일어난다는 것을 알 수 있다.

- 02 (1) 발전기를 흔들면 관 내부에서 자석과 코일의 상대적인 운동이 일어나면서 전류가 발생하여 LED에 불이 켜진다. 이 과정에서 자석의 역학적 에너지가 코일에서 전기 에너지로 전환되고, 이 전기 에너지가 LED에서 빛에너지로 전환된다.
(2) 코일의 감은 수가 많을수록 유도 전류의 세기가 세져서 LED의 밝기가 더 밝아진다.

개념 확인해서 High로!

2권 184~185쪽

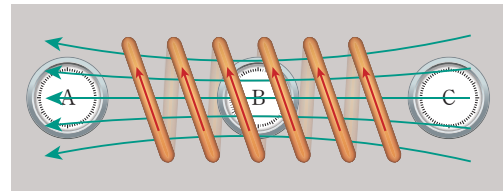
- 01 ㄱ, ㄴ 02 해설 참조 03 (1) 전자기 유도 (2) 자기장 변화를 방해하는 방향 04 (1) (가), (라) (2) (나), (다) (3) (마), (바) 05 B, C 06 (1) 전자기 유도 (2) 자기장이 통과하는 코일의 단면적이 변하기 때문 07 A: 화석 연료, B: 발전기 08 ㄷ 09 ㄱ, ㄴ 10 ㉠ (라), ㉡ (마) 11 (가) 열에너지, (나) 운동 에너지, (다) 전기 에너지

- 01 ㄱ, ㄴ. 자기장은 자기력이 작용하는 공간이며, 자석이나 전류가 흐르는 도선 주위에 형성된다.

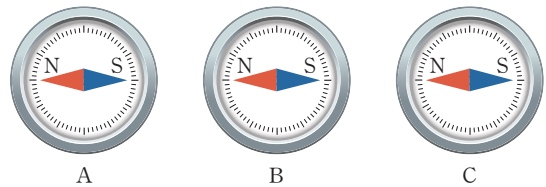
[바로 알기] ㄷ. 코일에 흐르는 전류의 세기가 셀수록 주위에 형성되는 자기장의 세기도 세진다.

ㄹ. 나침반을 놓았을 때 나침반 자침의 N극이 가리키는 방향이 그 지점에서 자기장의 방향이다.

- 02 코일에 흐르는 전류의 방향으로 오른손 네 손가락을 감아줄 때 엄지손가락이 향하는 방향이 코일 내부에서 자기장의 방향이다. 따라서 코일에는 다음과 같은 모습의 자기장이 생기며, 자기장의 방향은 나침반 자침의 N극이 가리키는 방향과 같다.



모범 답안 |



채점 기준	배점(%)
A~C를 모두 옳게 그린 경우	100
A~C 중 두 가지만 옳게 그린 경우	60
A~C 중 한 가지만 옳게 그린 경우	30

- 03 (1) 코일 주변에서 자석과 코일이 상대적인 운동을 하면 코일을 통과하는 자기장이 변하면서 별도의 전원이 없어도 코일에 전류가 흐른다. 이를 전자기 유도라고 한다.
(2) 유도 전류는 코일을 통과하는 자기장 변화를 방해하는 자기

장을 생성하는 방향으로 흐른다.

- 04** 자석의 N극을 코일에 천천히 넣으면 이를 방해하도록 코일 위쪽에 N극을 형성하는 전류가 유도된다. 이때 검류계의 바늘은 오른쪽으로 움직인다.

(1) (가), (라) 자석의 N극을 코일에 빠르게 넣거나 S극을 천천히 빼면 이를 방해하도록 코일 위쪽에 N극을 형성하는 전류가 유도되어 검류계의 바늘이 오른쪽으로 움직인다.

(2) (나), (다) 자석의 N극을 코일에서 빼거나 S극을 코일에 넣으면 코일 위쪽에 S극을 형성하는 전류가 유도된다. 따라서 이 경우에는 검류계의 바늘이 왼쪽으로 움직인다.

(3) (마), (바) 자석의 세기에 관계없이 자석을 코일에 넣은 채로 가만히 있으면 자기장 변화가 없으므로 코일에 유도 전류가 흐르지 않는다.

- 05** A, D: 지면에 들어가는 자기장의 세기가 증가하거나 지면에서 나오는 자기장의 세기가 감소하면 코일에는 이를 방해하도록 지면에서 나오는 방향의 자기장을 생성하는 유도 전류가 흐른다. 오른손 엄지손가락을 지면에서 나오는 방향으로 향할 때 네 손가락을 감아쥐면 반시계 방향이다. 따라서 유도 전류의 방향은 반시계 방향이다.

B, C: 지면에 들어가는 자기장의 세기가 감소하거나 지면에서 나오는 자기장의 세기가 증가하면 코일에는 이를 방해하도록 지면에 들어가는 방향의 자기장을 생성하는 유도 전류가 흐른다. 오른손 엄지손가락을 지면에 들어가는 방향으로 향할 때 네 손가락을 감아쥐면 시계 방향이다. 따라서 유도 전류의 방향은 시계 방향이다.

- 06** 발전기는 자석이나 코일을 회전시켜 전자기 유도를 이용하여 전기를 생산하는 장치이다. 만약 자석 사이에서 코일이 회전하면 자기장이 수직으로 통과하는 코일의 단면적이 변하면서 코일에 유도 전류가 흘러 전기 에너지가 발생한다.

- 07** 화력 발전은 주로 화석 연료를 에너지원으로 하여 전기 에너지를 생산하는 발전 방식이다. 화석 연료를 연소시켜 만든 열로 물을 끓이고, 이때 나온 수증기로 터빈을 돌리면 발전기에서 터빈의 운동 에너지가 전기 에너지로 전환된다.

- 08** ㄷ. 핵발전은 핵연료로부터 얻은 에너지로 발전기를 돌려 전자기 유도 현상을 통해 전기 에너지를 생산하는 발전 방식이다.

바로 알기 ㄱ, ㄴ. 핵발전은 우라늄과 같은 핵연료를 에너지원으로 사용하며, 핵연료가 핵분열할 때 발생하는 열에너지로 수증기를 만든다.

- 09** 본문의 그림은 댐을 건설하여 운용하는 발전소인 수력 발전소

의 모습이다. 수력 발전소에서는 물의 중력 퍼텐셜 에너지를 이용하여 전기 에너지를 생산한다.

ㄱ, ㄴ. 수력 발전은 높은 곳에 위치한 물의 중력 퍼텐셜 에너지를 이용하여 물을 흐르게 하고, 이 흐르는 물의 운동 에너지를 이용하여 터빈을 돌려 전기 에너지를 생산한다. 따라서 수력 발전에는 연료를 연소하는 과정이 없다.

바로 알기 ㄷ. 수력 발전에서는 흐르는 물을 이용하여 터빈을 돌린다. 고온·고압의 수증기를 만들어 터빈을 돌리는 발전 방식에는 화력 발전과 핵발전이 있다.

- 10** (가)~(바)는 각각 다음과 같은 발전 방식에 해당한다.

화력 발전: (다), (라), (마)

핵발전: (나), (라), (마)

수력 발전: (가), (마), (바)

• ㉠: 화력 발전과 핵발전에 공통으로 해당하는 영역이므로 (라)이다.

• ㉡: 화력, 핵, 수력 발전에 공통으로 해당하는 영역이므로 (마)이다.

- 11** 화력 발전에서는 화석 연료의 화학 에너지를 열에너지로, 핵발전에서는 핵연료의 핵에너지를 열에너지로 전환한다. 이 두 발전 방식에서는 열에너지(가)로 만든 수증기를 이용하여, 수력 발전에서는 물의 중력 퍼텐셜 에너지를 이용하여 터빈을 돌린다. 그리고 터빈의 운동 에너지(나)는 발전기를 통해 전기 에너지(다)로 전환된다.

02 전기 에너지의 수송

차이를 만드는 넓은 아해 보충

2권 192쪽

유제 (1) 400 W (2) 110 V (3) 1 : 2

유제 (1) 변압기에서 에너지 손실은 무시하므로 전원에서 공급한 전력은 모두 헤어 드라이어에서 소비된다. 따라서 전원에서 공급한 전력은 헤어 드라이어에서 소비된 전력과 같은 400 W이다.
(2) 각 코일에 걸리는 전압은 코일의 감은 수에 비례한다. 따라서 $2000\text{회} : 1000\text{회} = 220\text{V} : V_2$ 에서 2차 코일에 걸리는 전압, 즉 헤어 드라이어에 공급된 전력의 전압 $V_2 = \frac{1000\text{회}}{2000\text{회}} \times 220\text{V} = 110\text{V}$ 이다.

(3) 1차 코일과 2차 코일에 흐르는 전류를 각각 I_1, I_2 라고 하면, 1차 코일이 공급한 전력과 2차 코일에 전달된 전력이 같으므로 $220\text{ V} \times I_1 = 110\text{ V} \times I_2$ 에서 $I_1 : I_2 = 1 : 2$ 이다.

개념 확인해서 High로

2권 194~195쪽

01 나, 다 **02** (1) 송전 (2) 전력의 전압을 높이거나 낮추는 것 **03** (1) (가) 변전소, (나) 주상 변압기 (2) 가장 큰 것: A, 가장 작은 것: C (3) 220 V **04** (1) 해설 참조 (2) $\frac{1}{n^2}$ 배 **05** (1) $\frac{1}{2}$ 배 (2) 2배 (3) 4배 **06** (1) 전자기 유도 (2) 1 : 2 (3) 3 : 1 **07** 100 : 1 **08** 해설 참조 **09** 해설 참조 **10** (1) 초고압 직류 송전(HVDC) (2) 스마트 그리드

01 나, 다. 전력은 단위 시간 동안 생산하거나 소비하는 전기 에너지이다. 즉, 전력 = $\frac{\text{전기 에너지}}{\text{시간}} = \frac{\text{전압} \times \text{전류} \times \text{시간}}{\text{시간}} = \text{전압} \times \text{전류}$ 이다.

[바로 알기] 가. 전력의 단위로 일률의 단위와 같은 W(와트)를 사용한다.

02 (1) 발전소에서 생산한 전력을 소비지까지 수송하는 것을 송전이라고 한다.

(2) 송전선에는 전기 저항이 있어서 송전할 때 송전선에서 열이 발생하므로 불필요하게 손실되는 전력이 발생한다. 이를 줄이기 위해 변전이라는 과정을 거친다. 변전이란 전력의 전압을 높이거나 낮추는 것을 의미하며, 변전소에서 이루어진다.

03 (1), (2) 발전소에서 생산한 전력은 초고압 변전소에서 아주 높은 전압으로 변전하며, 소비지에 가까워질수록 변전소를 통해 전압을 낮추어 송전한다. 이 과정을 통해 전력은 우리가 사는 곳과 가까이에 있는 주상 변압기까지 송전된다. 따라서 초고압 변전소를 나가는 A의 전압이 가장 크며, 주상 변압기로 들어가는 C의 전압이 가장 작다.

(3) 우리나라의 가정에서는 주상 변압기로부터 전압이 220 V인 전력을 공급받아 사용한다.

04 (1) 송전선의 전기 저항은 송전선의 길이가 짧을수록, 단면적이 클수록 작다. 또한, 송전선을 이루는 물질에 따라 작아질 수도 있다.

(2) 송전선의 저항을 r 라고 하면 송전선에서 손실되는 전력 $P_{\text{손실}} = I^2 r$ 이다. 한편 송전선을 통해 일정한 전력 P 를 송전할 때, $P = VI$ 에 의해 전압을 n 배로 하면 송전선에 흐르는 전류는 $\frac{1}{n}$ 배가 되고, 이에 따라 손실 전력은 $\frac{1}{n^2}$ 배가 된다.

모범 답안 | (1) • 송전 거리를 줄여 송전선의 길이를 줄인다. 하지만 발전소를 소비지와 가까운 곳에 세우는 데 여러 가지 제한점이 있어서 송전선의 길이를 줄이는 데에는 한계가 있다.

• 송전선을 굵게 만든다. 하지만 송전선이 굵어지면 송전선 제작에 많은 재료가 필요하고, 송전선이 무거워짐에 따른 송전탑 추가 건설이 필요하여 효율적이지 않다.

• 전기 저항이 작은 은, 구리, 금 등으로 송전선을 만든다. 하지만 가격이나 무게를 고려하면 알루미늄으로 만든 송전선이 가장 효율적이다.

채점 기준	배점(%)
송전선의 길이, 굵기, 재질에 관한 것 중 한 가지 방법 및 그 한계점을 옳게 설명한 경우	100
송전선의 길이, 굵기, 재질에 관한 것 중 한 가지 방법만 고르고, 그 한계점을 옳게 설명하지 않은 경우	40

05 (1) 동일한 전력을 송전하므로, $\textcircled{1} \times 2I = V \times I$ 이다. 따라서 $\textcircled{1}$ 은 $\frac{1}{2}V$ 이다.

(2) 송전선에서 손실되는 전력 $P_{\text{손실}} = I^2 r$ 이므로 송전선 A, B에서 손실되는 전력은 다음과 같다.

• 송전선 A: $(2I)^2 \times r = 4I^2 r$

• 송전선 B: $I^2 \times 2r = 2I^2 r$

따라서 송전선 A에서 손실되는 전력은 송전선 B의 2배이다.

(3) 전력은 전압과 전류의 곱이므로, 송전하는 전압이 같고, 송전 전력이 2배가 되면 송전 전류도 2배가 된다. 한편 $P_{\text{손실}} = I^2 r$ 이므로 송전 전류가 2배가 되면 손실 전력은 2^2 배 = 4배가 된다.

06 (1) 변압기의 1차 코일에 세기와 방향이 변하는 교류가 흐르면, 1차 코일에서 세기와 방향이 변하는 자기장이 형성된다. 이 자기장은 철심을 통하여 2차 코일로 전달되어 2차 코일을 통과하는 자기장의 세기와 방향이 변한다. 이에 따라 전자기 유도 현상에 의해 2차 코일에 유도 기전력이 발생하여 유도 전류가 흐른다.

(2) 유도 기전력은 코일의 감은 수에 비례한다. 따라서 $N_1 : N_2 = 110\text{ V} : 220\text{ V}$ 에서 $N_1 : N_2 = 1 : 2$ 이다.

(3) 1차 코일과 2차 코일에 흐르는 전류를 각각 I_1, I_2 라고 하면,

$$\frac{N_2}{N_1} = \frac{I_1}{I_2} \text{이므로 } \frac{300\text{회}}{100\text{회}} = \frac{I_1}{I_2} \text{에서 } I_1 : I_2 = 3 : 1 \text{이다.}$$

- 07** 주상 변압기에서는 22000 V의 전압으로 공급된 전력을 가정, 학교, 상가 등에 220 V의 전압으로 배전한다. 즉, 주상 변압기의 1차 코일에는 22000 V의 전압이, 2차 코일에는 220 V의 전압이 걸려야 하므로,
 $N_1 : N_2 = 22000 \text{ V} : 220 \text{ V} = 100 : 1$ 이다.

- 08** 모범 답안 | • 전선이 사라져 도시의 미관이 좋아진다.
 • 전선이 노출되지 않으므로 감전사고의 위험이 줄어든다.
 • 이사, 공사를 할 때 길이가 긴 장비를 사용하기 편리하다. 등

채점 기준	배점(%)
장점을 두 가지 이상 옳게 설명한 경우	100
장점을 한 가지만 옳게 설명한 경우	50

- 09** 송전선으로 주로 알루미늄을 사용하는데, 알루미늄의 전기 저항으로 인해 송전선에서 손실 전력이 발생한다. 초전도 케이블은 이러한 손실 전력을 줄이기 위해 임계 온도보다 낮은 온도에서 전기 저항이 0이 되는 초전도체를 송전선의 재료로 이용한 것이다. 초전도 케이블 속에는 낮은 온도를 유지하기 위해 냉각제로 액체 질소를 저장하는 곳이 있다. 초전도 케이블을 이용하면 송전선에서의 손실 전력을 크게 줄일 수 있지만, 기술적인 한계로 긴 거리에 사용하기는 어렵다.

- 모범 답안 | • 기존의 송전선에 비해 손실 전력이 작다.
 • 기존의 송전선에 비해 많은 전력을 송전할 수 있다.
 • 전압을 크게 높이지 않아도 많은 전력을 송전할 수 있어서 변전소를 많이 건설하지 않아도 된다. 등

채점 기준	배점(%)
장점을 두 가지 이상 옳게 설명한 경우	100
장점을 한 가지만 옳게 설명한 경우	50

- 10** (가) 직류를 사용하면 교류를 사용할 때보다 더 높은 전압의 전력을 송전선을 통해 송전할 수 있으므로 송전선에서의 손실 전력을 더 크게 줄일 수 있다. 이러한 송전 기술을 초고압 직류 송전(HVDC; High Voltage Direct Current)이라고 한다.
 (나) 전력 공급자와 소비자 사이에 실시간으로 정보를 주고받으면 전력 공급자는 전력 수요에 맞추어 탄력적으로 전력을 생산 및 운용할 수 있고, 소비자는 전기 요금이 싼 시간을 실시간으로 파악하여 경제적으로 전력을 사용할 수 있다. 이러한 시스템을 스마트 그리드(Smart Grid)라고 한다.

03 태양 에너지와 환경을 생각하는 발전

개념 확인해서 High로!

2권 207~209쪽

- 01** ㄱ **02** (1) 수소 핵융합 반응 (2) 반응 과정에서 감소한 질량이 에너지로 방출된 것이다. **03** ㉠ 질량 결손, ㉡ 에너지
04 (1) $4m_1 + 2m_2$ (2) $4m_1 + 2m_2 - m_3$ (3) $(4m_1 + 2m_2 - m_3)c^2$ **05** B, C, E **06** ㄱ, ㄴ, ㄷ, ㄹ **07** (1) 광합성 (2) ㄱ, ㄷ, ㄹ (3) 바람이 분다. 풍력 발전 (4) 화석 연료가 만들어진다. 화력 발전 **08** 해설 참조 **09** ㄱ, ㄷ **10** (1) 태양 전지 (2) 태양광 발전 (3) A: 빛에너지, B: 전기 에너지, C: 화학 에너지 **11** $(M_1 - M_2)c^2$ **12** (1) A: 원자로, B: 터빈, C: 발전기 (2) 핵분열 (3) ㄱ, ㄴ **13** (1) (가), (나) (2) (사) (3) (라), (아) (4) (다), (마) (5) (가), (나) (6) (바) **14** ㄱ, ㄴ

- 01** 태양은 태양계 질량의 약 99.8%를 차지하며, 태양계에서 빛을 내는 유일한 별이다.

ㄱ. 태양 에너지는 지구상의 대기와 물을 순환시키고, 식물이 광합성을 통해 양분을 생산하여 생태계를 유지하게 한다. 즉, 지구의 대기와 물의 순환, 생명 활동은 태양 에너지를 근원으로 한다고 볼 수 있다.

[바로 알기] ㄴ. 수력 발전이나 풍력 발전, 화력 발전 등은 태양 에너지를 근원으로 한다. 하지만 핵발전은 우라늄 원자핵의 핵 에너지, 지열 발전은 지구 내부 에너지를 근원으로 한다.

ㄷ. 태양 중심부에서 수소 핵융합 반응이 일어날 때 방출하는 에너지가 태양 에너지의 근원이다.

- 02** 온도가 1500만 K으로 초고온 상태인 태양 중심부에서는 원자들이 원자핵과 전자가 분리된 플라스마 상태로 존재한다. 이 상태에서 수소 원자핵들이 융합하여 헬륨 원자핵이 되면서 에너지를 방출하는 수소 핵융합 반응이 일어난다. 이 에너지는 태양이 방출하는 막대한 에너지의 근원으로, 핵융합 반응 과정에서 감소한 질량이 에너지로 변환되어 방출된 것이다.

- 03** 핵융합이 일어나면 반응 전 총질량에 비해 반응 후 총질량이 감소한다. 이러한 질량 차이를 질량 결손이라고 한다. 아인슈타인은 질량 에너지 등가 원리를 통해 질량과 에너지는 서로 변환될 수 있음을 밝혀냈다. 핵융합 과정에서 방출되는 에너지는 감소한 질량이 에너지로 변환된 것이다.

- 04** (1) 반응 전 입자들은 수소 원자핵 4개와 전자 2개이므로 질량의 총합은 $4m_1 + 2m_2$ 이다.

- (2) 반응 후 헬륨 원자핵 1개가 생성되었으므로, 반응 후 총 질량은 m_3 이다. 따라서 감소한 질량은 $(4m_1 + 2m_2) - m_3$ 이다.
- (3) 방출된 에너지는 감소한 질량(Δm)이 에너지(E)로 전환된 것이다. 아인슈타인의 질량 에너지 등가 원리 $E = \Delta mc^2$ 에 의해 핵융합 반응 후 방출된 에너지는 $(4m_1 + 2m_2 - m_3)c^2$ 이다.

05 태양이 방출한 에너지 중 일부는 지표면과 대기에 흡수되어 지구상의 물과 대기를 순환하게 한다.

06 ㄱ. 태양 에너지를 흡수한 공기는 온도가 높아지면서 부피가 팽창하므로 가벼워져 상승한다. 반대로 상대적으로 차가운 공기는 하강한다. 이러한 과정을 통해 대기가 순환하여 바람이 불게 된다.

ㄴ. 태양 에너지를 흡수한 물은 증발하여 구름이 되고, 대기의 순환을 통해 구름은 이동하면서 비와 눈을 내리게 한다. 이 과정에서 높은 곳에 위치하게 된 물은 아래로 흐르며 강을 이루고, 지하로 스며든 물은 지하수를 이루며, 추운 지방에서는 빙하를 이룬다. 그리고 이러한 물의 순환이 지표면의 변화를 만든다.

ㄷ. 태양 에너지는 식물이 광합성을 통해 양분을 생성하게 하며, 동물과 사람은 먹이 사슬을 통해 이 양분을 섭취하게 된다.

ㄹ. 태양 에너지를 통해 양분을 얻은 동식물이 땅에 묻혀 오랜 시간이 지나면 화석 연료가 된다.

07 (1) 식물은 태양 에너지를 흡수하여 광합성을 하며, 그 결과 양분을 생성한다.

(2) 태양 에너지를 흡수한 물은 증발하여 구름이 된다.

ㄱ. 구름은 비나 눈이 내리게 한다.

ㄷ, ㄹ. 비나 눈이 되어 지표면의 높은 곳에 위치한 물은 낮은 곳으로 흐르게 된다. 이를 수력 발전에 이용하면 전기 에너지를 생산할 수 있다.

바로 알기 ㄴ. 지열 발전은 지구 내부 에너지를 에너지원으로 한다. 지구 내부 에너지는 방사성 물질의 붕괴와 화산 활동으로 인한 열에너지가 그 근원이 된다.

(3) 태양 에너지에 의해 대기가 순환하며 바람이 불고, 이 바람은 풍력 발전에 이용된다. 한편 바람은 해수면과 마찰하여 파도가 치게 한다.

(4) 태양 에너지를 근원으로 하는 동식물의 유해가 땅속에 묻혀 오랜 시간이 지나면 화석 연료가 만들어진다. 이 화석 연료를 이용하여 화력 발전을 한다.

08 모범 답안 | 태양 에너지에 의해 대기가 순환하며 바람이 불고, 바람은 해수면과 마찰하여 파도가 치게 한다. 따라서 파도를 이용하는 파력 발전의 근원은 태양 에너지라고 할 수 있다.

채점 기준	배점(%)
태양 에너지를 근원으로 하여 바람이 불고, 바람은 파도를 치게 하므로 파력 발전의 근원이 태양 에너지라고 할 수 있음을 설명한 경우	100
파력 발전은 파도를 이용하고, 파도는 태양 에너지를 근원으로 하여 발생하는 것이라고만 설명한 경우	40

09 ㄴ. 화력 발전은 일반적으로 화석 연료에 저장된 화학 에너지를 에너지원으로 하는 발전 방식이다. 한편 화석 연료는 태양 에너지를 근원으로 한 생명체들의 유해가 땅속에 묻혀 오랜 시간이 지나 생성된 것이므로 화력 발전에서 이용하는 에너지의 근원은 태양 에너지라고 할 수 있다.

ㄹ, ㄷ. 풍력 발전은 태양 에너지를 흡수한 대기가 순환하며 부는 바람을 에너지원으로, 수력 발전은 태양 에너지를 흡수한 물의 순환으로부터 발생한 물의 퍼텐셜 에너지를 에너지원으로 하는 발전 방식이다.

ㄱ. 태양광 발전은 태양의 빛에너지를 직접 전기 에너지로 전환하는 발전 방식이다.

바로 알기 ㄱ. 핵발전은 우라늄 원자핵의 핵에너지를 에너지원으로 하는 발전 방식이다.

ㄷ. 지열 발전은 지구 내부에서 일어나는 방사성 물질의 붕괴나 화산 활동으로 인한 열에너지를 에너지원으로 하는 발전 방식이다.

10 (1), (2) 태양 전지는 태양의 빛에너지를 직접 전기 에너지로 전환하는 소자로, 태양광 발전은 태양 전지를 이용한 발전 방식이다.

(3) 태양 전지에서는 빛에너지(A)가 전기 에너지(B)로 전환된다. 그리고 이 전기 에너지는 휴대 전화 충전기 내부의 전지를 충전시켜 화학 에너지로 전환된다. 여기에 휴대 전화를 연결하면 화학 에너지가 전기 에너지로 전환되어 휴대 전화 내부로 흐르며, 이는 휴대 전화의 전지를 충전시켜 다시 화학 에너지(C)로 전환된다.

11 핵분열 후 질량의 총합(M_2)은 핵분열 전 질량의 총합(M_1)에 비해 약간 감소한다. 이 감소한 질량($\Delta m = M_1 - M_2$)은 아인슈타인의 질량 에너지 등가 원리에 의해 에너지(E)로 전환된다.

$$\therefore E = \Delta mc^2 = (M_1 - M_2)c^2$$

12 (1), (2) A: 원자로는 우라늄의 ⑦ 핵분열 연쇄 반응이 적절하게 일어나게 하여 발생하는 열로 물을 끓여 고온·고압의 수증기를 만드는 장치이다.

B: 터빈은 고온·고압의 수증기를 이용하여 발전기를 회전시킨다.

C: 발전기에서는 전자기 유도에 의해 회전에 의한 운동 에너지가 전기 에너지로 전환된다.

(3) ㄱ. 핵발전에 이용되는 핵연료인 우라늄은 핵분열할 때 적은 양으로도 많은 양의 에너지를 방출하므로 화석 연료를 사용하는 화력 발전에 비해 연료비가 저렴하다.

ㄴ. 핵발전에는 연료를 연소하는 과정이 없으므로 이산화 탄소와 같은 온실 기체의 배출량이 화력 발전에 비해 매우 적다.

[바로 알기] ㄷ. 핵발전으로 전기 에너지를 생산하는 원자력 발전소는 바닷물을 냉각수로 사용하므로 주로 해안가에 건설된다. 한편 화력 발전소는 원자력 발전소에 비해 건설하는 데 제약 사항이 적어서 도시와 가까운 곳에 건설하기도 한다.

- 13** (1), (2) 태양광 발전은 태양의 빛에너지를 전기 에너지로 직접 전환하는 발전 방식이므로 자원 고갈의 염려가 없고, 별도의 연료비가 들지 않는다는 장점이 있다. 하지만 태양 전지는 발전 효율이 낮은 편이어서 많은 태양 전지를 설치해야 할 넓은 면적이 필요하므로 초기 설치 비용이 많이 든다는 단점이 있다.
- (3), (4) 핵발전은 발전 효율이 높아 대용량 발전을 할 수 있다. 또한, 태양광 발전이나 풍력 발전과 같이 날씨의 제약을 받지 않고 전력을 안정적으로 공급할 수 있다. 하지만 발전 과정에서 생긴 폐기물 처리가 어렵고, 사고가 발생할 경우 막대한 피해가 발생한다는 단점이 있다.
- (5), (6) 풍력 발전은 바람의 운동 에너지를 전기 에너지로 전환하는 발전 방식이므로 자원 고갈의 염려가 없고, 발전에 별도의 연료비가 들지 않는다는 장점이 있다. 하지만 날개가 새와 충돌하면서 작동에 문제가 생기는 단점이 있다.

- 14** ㄱ, ㄴ. 화석 연료는 매장량에 한계가 있고, 사용 과정에서 각종 대기 오염 물질 및 이산화 탄소와 같은 온실 기체를 많이 배출한다. 따라서 화석 연료를 대체할 에너지 자원의 개발은 인류의 중요 과제 중 하나이다.

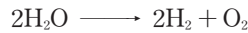
[바로 알기] ㄷ. 현재 인류의 에너지 소비는 많은 부분을 화석 연료에 의존하고 있다.

- 01** ①, ③ **과정 ①**에서 황산 나트륨 수용액에 전류가 흘러 물이 수소와 산소로 분해된다. 이때 양(+)전하를 띤 수소 이온은 (-)극과 연결된 연필심으로, 음(-)전하를 띤 산소 이온은 (+)극과 연결된 연필심으로 이동하여 일부가 각 연필심의 빈 공간에 저장된다.

⑤ 물에 녹여 수용액을 만들었을 때 전류가 잘 흐르게 하는 물질을 전해질이라고 한다. 황산 나트륨은 전해질 역할을 하여 **과정 ①**에서 전기 분해가 잘 일어나게 하며, **과정 ②**에서 수소 이온이 잘 이동할 수 있게 한다.

⑦ **과정 ②**에서는 수소와 산소가 반응하여 물이 되면서 전기 에너지가 발생한다. 이는 전기 에너지를 이용하여 물을 수소와 산소로 분해하는 **과정 ①**과 과정이 반대인 반응이다.

[바로 알기] ② **과정 ①**에서 물의 전기 분해를 화학식으로 나타내면 다음과 같다.



이를 통해 물을 전기 분해하면 수소와 산소가 2 : 1의 부피비로 발생한다는 것을 알 수 있다.

④ **과정 ②**에서 수소는 수소 이온으로 되면서 전자를 잃으므로 산화된다.

⑥ **과정 ②**에서 수소가 내놓은 전자는 외부 회로를 통해 발광 다이오드를 지나므로 발광 다이오드에 불이 켜진다. 한편 수소 이온은 전해질 수용액을 통해 산소가 저장된 연필심으로 이동한다.

- 02** (1) **과정 ②**에서 수소와 산소가 반응하면서 화학 에너지가 전기 에너지로 전환되며 열이 발생한다. 그리고 이 전기 에너지는 발광 다이오드에서 빛에너지로 전환된다.

(2) 화력 발전은 화석 연료를 연소시켜 화학 에너지를 열에너지로 전환하여 물을 끓이고, 이때 나온 수증기의 운동 에너지로 발전기를 돌려 전기 에너지를 생산하는 발전 방식이다. 한편 연료 전지에서는 화학 에너지가 바로 전기 에너지로 전환된다. 이처럼 연료의 연소 과정이 없는 연료 전지는 화력 발전에 비해 버려지는 열에너지가 적어 에너지 효율이 높다.

모범 답안 | (2) 화력 발전에서는 화석 연료를 연소시킬 때 많은 열이 발생하지만, 연료 전지에서는 연소 과정 없이 화학 에너지가 바로 전기 에너지로 전환되므로 에너지 효율이 높다.

채점 기준	배점(%)
연료 전지는 연소 과정이 없으므로 에너지 효율이 높다고 설명한 경우	100
화력 발전과 연료 전지의 에너지 전환 과정만 나열한 경우	50

04 에너지 문제 해결을 위한 노력

탐구 확인 문제

2권 215쪽

- 01** ②, ④, ⑥ **02** (1) 전기 에너지 (2) 해설 참조

01 ㄱ, ㄴ, ㄷ **02** (1) 신재생 에너지 (2) ㄱ, ㄴ (3) (가), 화력 발전은 화석 연료를 이용한 발전 방식이기 때문이다. **03** (1) 조력 발전 (2) 터빈을 돌려 발전기를 작동시켜 **04** (1) 파력 발전 (2) 해설 참조 (3) 해설 참조 **05** (1) 해설 참조 (2) 외부 회로: 전자, 전해질 용액: 수소 이온 (3) ㄴ, ㄷ **06** (1) ㄱ, ㄷ (2) 신재생 에너지를 이용한다. 자원 고갈의 염려가 없다. 발전 과정에서 환경 오염 물질을 거의 배출하지 않는다. 등 **07** (1) ㄱ, ㄷ (2) ㄴ, ㄹ (3) ㄹ, ㄴ **08** 친환경 에너지 도시 **09** 적정 기술

01 ㄱ. 지질 시대의 동식물이 지층 속에서 오랜 시간 동안 높은 열과 압력을 받아 화석 연료가 만들어진다. 즉, 화석 연료는 만들어지는 데 매우 긴 시간이 필요하다.

ㄴ, ㄷ. 화석 연료는 한 번 사용하면 다시 사용할 수 없고, 소비량은 갈수록 늘어가고 있다. 이런 추세라면 화석 연료는 머지않은 미래에 고갈될 것으로 예상된다.

02 (1) 기존의 화석 연료를 변환하여 이용하는 에너지를 신에너지, 햇빛, 물, 지열, 강수, 생물 유기체 등을 포함하는 재생 가능한 에너지를 재생 에너지라고 한다. 그리고 신에너지와 재생 에너지를 통틀어 신재생 에너지라고 한다.

(2) ㄱ, ㄴ. 신재생 에너지는 자원 고갈의 염려가 없거나 적으며, 이산화 탄소와 같은 온실 기체를 비롯한 환경 오염 물질을 거의 배출하지 않는다.

[바로 알기] ㄷ. 현재 인류가 가장 많이 사용하는 에너지원은 화석 연료이다.

ㄹ. 지열 에너지나 수소 에너지, 연료 전지 등의 근원이 되는 에너지는 태양 에너지라고 할 수 없다.

(3) **[바로 알기]** (가) 화력 발전은 화석 연료에 저장된 화학 에너지를 이용한 발전 방식으로, 신재생 에너지를 이용한 발전 방식이 아니다. 화력 발전 외에도 핵발전 또한 신재생 에너지를 이용한 발전 방식이 아니다.

03 (1) 밀물과 썰물에 의해 나타나는 바닷물의 높이차를 이용하여 전기 에너지를 생산하는 발전 방식은 조력 발전이다.

(2) 조력 발전의 원리는 다음과 같다.

① 밀물 때 수문을 닫으면 해수면이 방조제 안쪽 호수 면보다 높아진다.

② 바다 쪽에서 호수 쪽으로 바닷물이 이동하면서 터빈을 돌린다.

③ 터빈과 연결된 발전기에서 전기 에너지가 생산된다.

따라서 ㉠에는 ‘터빈이 돌아가 터빈과 연결된 발전기에서 전자기 유도가 일어난다.’는 내용이 들어갈아야 한다.

04 (1) 그림은 파도의 운동을 공기의 흐름으로 변환하여 터빈을 돌려 발전기를 통해 전기 에너지를 생산하는 발전 방식, 즉 파력 발전을 나타낸다.

모범 답안 | (2) • 자원 고갈의 염려가 없다.

• 화석 연료를 사용하지 않으므로 온실 기체의 배출이 거의 없다.

• 연료비가 들지 않는다.

• 소규모 개발도 가능하다.

• 방파제로 활용하여 경제성을 높일 수 있다. 등

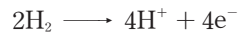
(3) • 날씨가 파도의 정도에 따라 발전량에 차이가 생긴다.

• 파도에 항상 노출되어 있으므로 내구성이 약하고 관리가 어렵다.

• 발전소를 설치하여 전기 에너지를 얻기에 적절한 장소를 찾기가 어렵다. 등

채점 기준		배점(%)
(2)	장점 한 가지당	25
(3)	단점 한 가지당	25

05 (1) 연료 전지의 (－)극에서는 수소가 수소 이온으로 되면서 전자를 내놓는다. 즉, 수소가 전자를 잃는 산화 반응이 일어나며 이는 다음과 같이 나타낼 수 있다.



(2) 수소 이온은 전해질 용액을 통해 (－)극에서 (+)극으로 이동하고, 전자는 외부 회로를 통해 (－)극에서 (+)극으로 이동한다. 따라서 외부 회로에는 전자의 이동으로 인한 전류가 흐르게 되며, (+)극에서는 수소 이온과 전자, 산소가 반응하여 물이 생성된다.

(3) ㄴ. 화력 발전에서는 터빈을 돌리는 수증기를 만들기 위해 연료를 연소시킨다. 이때 많은 열이 발생하므로 에너지 효율이 낮다. 하지만 연료 전지에서는 연료를 연소시키지 않고 화학 에너지를 직접 전기 에너지로 전환하므로 화력 발전에 비해 발생하는 열이 훨씬 적다. 따라서 연료 전지는 화력 발전보다 에너지 효율이 좋다.

ㄷ. 연료 전지는 전기 에너지를 생성할 때 물만을 배출한다. 따라서 연료 전지를 이용하면 발전 과정에서 환경 오염 물질을 배출하지 않는다.

[바로 알기] ㄱ. 연료 전지의 연료로 사용되는 수소는 생산, 저장 및 운반이 어렵다.

모범 답안 | (1) 수소가 수소 이온으로 되면서 전자를 내놓는다.

채점 기준	배점(%)
모범 답안 외에도 다음과 같은 설명은 정답으로 인정 • 수소의 산화 반응이 일어난다. • 수소가 전자를 잃는다. $2\text{H}_2 \longrightarrow 4\text{H}^+ + 4\text{e}^-$ • 수소가 수소 원자핵과 전자로 나뉜다.	100

- 06** (1) ㄱ, ㄷ. 조수 간만의 차를 이용하는 것은 조력 발전, 파도의 에너지를 이용하는 것은 파력 발전이다. 따라서 ㉠에 들어갈 내용은 조력 발전과 파력 발전만의 공통점에 해당해야 한다. 조력 발전과 파력 발전은 신재생 에너지 중 해양 에너지를 이용한 발전 방식으로, 발전 과정에 별도의 연료비가 들지 않는다는 장점이 있다.

[바로 알기] ㄴ. 파력 발전은 파도에 항상 노출되어 있는 발전 방식이므로 내구성이 약하고 관리가 어렵다는 단점이 있다.

(2) ㉡에 들어갈 내용은 조력 발전, 파력 발전, 연료 전지의 공통점에 해당해야 한다. 세 가지 발전 방식 모두 신재생 에너지를 이용한 것으로, 자원 고갈의 염려가 없고, 발전 과정에서 환경 오염 물질을 거의 배출하지 않는다.

- 07** ㄱ. 해양 에너지를 이용하는 발전 방식에는 조력 발전, 파력 발전이 있다. 따라서 이 기준은 (가)에 들어갈 수 있다.
 ㄴ, ㄷ. 조수 간만의 차를 이용하는 발전 방식은 조력 발전이다. 조력 발전은 발전소를 건설하는 과정에서 갯벌이 파괴된다는 단점이 있다. 따라서 이 두 기준은 (나)에 들어갈 수 있다.
 ㄷ. 태양광 발전은 태양의 빛에너지를, 연료 전지는 연료의 화학 에너지를 발전기를 거치지 않고 직접 전기 에너지로 전환하는 발전 방식이다. 따라서 이 기준은 (가)에 들어갈 수 있다.
 ㄹ. 태양광 발전은 발전에 별도의 연료가 필요 없지만, 연료 전지는 수소를 연료로 사용한다. 따라서 이 기준은 (다)에 들어갈 수 있다.
 ㅁ. 태양광 발전은 태양의 빛에너지를 직접 전기 에너지로 전환하는 발전 방식이다. 따라서 이 기준은 (다)에 들어갈 수 있다.

- 08** 지역에 맞는 신재생 에너지를 생산하고 판매함으로써 환경 문제와 에너지 문제를 함께 해결하면서 수익을 창출할 수 있는 도시 형태를 친환경 에너지 도시라고 한다.

- 09** 과학 기술의 혜택에서 소외된 공동체의 문화, 정치, 환경적 특성에 맞는 단순한 수준의 기술을 적정 기술이라고 한다.

중단원 개념 모아 정리하기

2권 218~219쪽

- | | | |
|-------------------|--------------|-----------------|
| ① 전자기 유도 | ② 유도 전류 | ③ 자기장 |
| ④ 발전기 | ⑤ 수력 발전 | ⑥ 화석 연료 |
| ⑦ 발전기 | ⑧ 전력 | ⑨ $\frac{1}{n}$ |
| ⑩ $\frac{1}{n^2}$ | ⑪ 변압기 | ⑫ 스마트 그리드 |
| ⑬ 핵융합 | ⑭ 화석 연료 | ⑮ 태양광 발전 |
| ⑯ 핵발전 | ⑰ 풍력 발전 | ⑱ 신재생 에너지 |
| ⑲ 파력 발전 | ⑳ 친환경 에너지 도시 | |

실력 높여 Top으로!

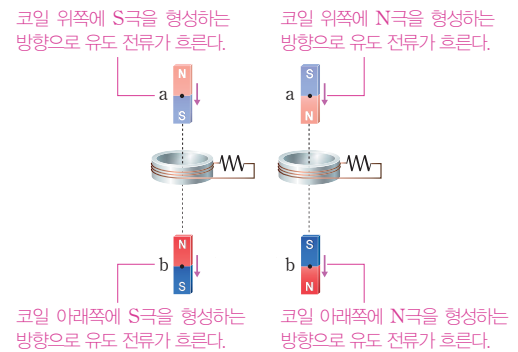
2권 220~225쪽

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

01 자료 해석하기

유도 전류의 방향

코일에는 자석의 움직임을 방해하는 자기장을 형성하는 방향으로 유도 전류가 흐른다. 따라서 자석이 a를 통과할 때는 코일 위쪽에 자석을 밀어내는 자기장을, b를 통과할 때는 코일 아래쪽에 자석을 끌어당기는 자기장을 형성하는 방향으로 유도 전류가 흐른다.



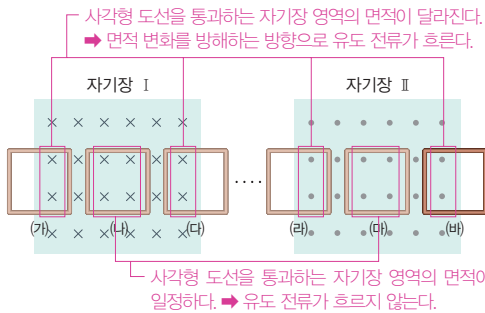
ㄱ, ㄴ. (가)에서 자석이 a를 통과할 때 유도 전류의 방향은 b를 통과할 때와 다르며, (나)에서 자석이 b를 통과할 때와 같다.

[바로 알기] ㄷ. 자석이 a와 코일을 차례로 통과한 후 b를 지날 때 유도 전류의 방향은 처음과 반대 방향이다. 이를 통해 자석이 낙하하는 동안 유도 전류의 세기는 일정하지 않다는 것을 알 수 있다.

- 02 코일 위의 지점 A에 자석이 가까워지는 속력 V 가 클수록 코일을 통과하는 자기장의 변화가 커서 센 유도 전류가 흐르므로 v 일 때보다 $2v$ 일 때 유도 전류의 세기가 세다. 한편 코일의 감은 수가 많을수록 센 유도 전류가 흐르므로 n 일 때보다 $2n$ 일 때 유도 전류의 세기가 세다. 유도 전류의 세기가 셀수록 검류계 바늘이 회전한 각도 θ 가 크므로 $\theta_3 > \theta_2 > \theta_1$ 이다.

03 자료 해석하기

자기장 영역을 지나는 사각형 도선에서의 전자기 유도

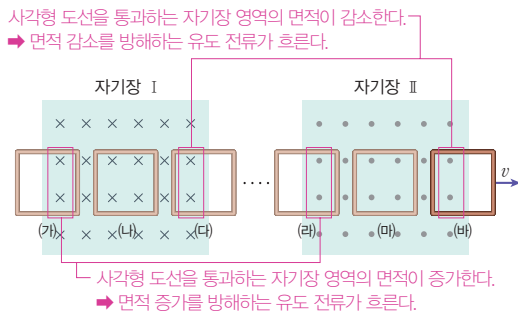


자기장의 세기가 일정하더라도 사각형 도선을 통과하는 자기장 영역의 면적이 달라지면 사각형 도선에 유도 전류가 흐른다. 따라서 (나), (마)에서는 유도 전류가 흐르지 않는다.

04 자료 해석하기

유도 전류의 방향

자기장의 세기가 일정하더라도 사각형 도선을 통과하는 자기장 영역의 면적이 달라지면 사각형 도선에 유도 전류가 흐르며, 그 방향은 자기장 영역의 면적 변화를 방해하는 방향이다.



사각형 도선이 (가)를 지나는 순간, 지면으로 들어가는 자기장 영역의 면적 증가를 방해하는 유도 전류가 흐른다. 즉, 사각형 도선에는 지면에서 나오는 방향의 자기장을 만드는 전류가 유도된다.

⑤ (바): 지면에서 나오는 자기장 영역의 면적 감소를 방해하는 방향, 즉 지면에서 나오는 방향의 자기장을 만드는 전류가 유도된다.

바로 알기 ①, ④ (나), (마): 유도 전류가 흐르지 않는다.

② (다): 지면으로 들어가는 자기장 영역의 면적 감소를 방해하는 방향, 즉 지면으로 들어가는 방향의 자기장을 만드는 전류가 유도된다.

③ (라): 지면에서 나오는 자기장 영역의 면적 증가를 방해하는 방향, 즉 지면으로 들어가는 방향의 자기장을 만드는 전류가 유도된다.

05 (다), (라) 모두 지면으로 들어가는 방향의 자기장을 만드는 전류가 유도된다. 따라서 시계 방향으로 유도 전류가 흐른다.

06 ㄱ. A에서는 화석 연료를 연소시켜 물을 끓인다. 따라서 A에서 화석 연료의 화학 에너지가 열에너지로 전환된다.

ㄷ. C는 발전기이다. 터빈(B)이 발전기의 코일이나 자석을 회전시킬 때 자기장이 수직으로 지나는 코일의 면적이 변하면서 전자기 유도 현상이 일어난다.

바로 알기 ㄴ. 물을 끓여 나온 고온·고압의 수증기가 가진 운동 에너지를 이용하여 터빈(B)을 돌린다. 터빈은 이 운동 에너지를 이용하여 터빈(C)로 전달하며, 발전기에서는 전자기 유도를 이용하여 운동 에너지를 전기 에너지로 전환한다.

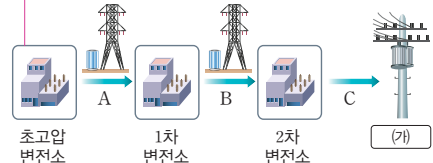
07 ㄱ. 화력 발전에서는 화석 연료의 화학 에너지를, 핵발전에서는 핵연료의 핵에너지를 통해 얻은 열에너지로 물을 끓여 수증기의 운동 에너지로 전환한다. 따라서 A는 화학 에너지이다. 화석 연료는 태양 에너지를 근원으로 한 생물체들의 유해가 오랫동안 땅속에서 열과 압력을 받아 만들어진 것이므로, 태양 에너지는 화석 연료가 가진 화학 에너지의 근원이라고 볼 수 있다. ㄴ. 수력 발전은 높은 곳에 있는 물이 잠재적으로 가지는 에너지, 즉 물의 퍼텐셜 에너지를 이용하여 터빈을 돌려 전기 에너지를 얻는 발전 방식이다.

바로 알기 ㄷ. 태양 전지는 태양의 빛에너지를 직접 전기 에너지로 전환한다. 운동 에너지를 전기 에너지로 전환하는 C의 역할을 하는 것은 발전기이다.

08 자료 해석하기

송전 과정

발전소에서 생산한 전력은 전력 손실을 줄이기 위해 초고압 변전소에서 매우 높은 전압으로 변전 후 송전한다.



1차 변전소, 2차 변전소 등을 지나며 소비자에 가까워질수록 전압을 점차 낮추고, 최종적으로 가정에는 (가) 즉 주상 변압기를 통해 공급한다.

ㄱ. 소비지에 가까워질수록 전압을 점차 낮추므로 송전 전압은 A 과정에서 B 과정에 비해 크다.

ㄴ. 우리나라의 가정에는 (가), 즉 주상 변압기를 통해 220 V의 전압으로 전력을 공급한다.

바로 알기 ㄴ. 송전 전압은 B 과정에서 C 과정에 비해 크다. 한편 변압기의 코일에 걸리는 전압은 코일의 감은 수에 비례하므로 전압이 큰 B쪽이 C쪽보다 많다.

- 09 '전력=전압×전류'에서 발전소에서 송전하는 전력이 일정할 때 송전 전압을 2배로 하면 송전 전류는 $\frac{1}{2}$ 배가 된다. 한편 '손실 전력=송전 전류²×송전선의 저항'이므로 송전 전류가 $\frac{1}{2}$ 배가 되면 손실 전력은 $\frac{1}{4}$ 배가 된다. 따라서 송전 전압을 2배로 하면 손실 전력은 $0.2P_0$ 의 $\frac{1}{4}$ 배인 $0.05P_0$ 이 되어, 가정에 공급된 전력은 $P_0 - 0.05P_0 = 0.95P_0$ 이 된다.

- 10 '전력=전압×전류'이므로 공장에서의 송전 전류는 $\frac{3P_0}{V}$ 이고, 가정에서의 송전 전류는 $\frac{2P_0}{V}$ 이다. 한편 '손실 전력=송전 전류²×송전선의 저항'이므로 $P_A = \left(\frac{3P_0}{V}\right)^2 \times R = \frac{9P_0^2 R}{V^2}$ 이고, $P_B = \left(\frac{2P_0}{V}\right)^2 \times 5R = \frac{20P_0^2 R}{V^2}$ 이다. 따라서 $P_A : P_B = 9 : 20$ 이다.

- 11 A: '손실 전력=송전 전류²×송전선의 저항'이므로 송전선을 굵게 하면 전기 저항이 작아져서 손실 전력이 감소한다.
B: 송전선이 굵어지면 송전선을 만드는 데 재료가 많이 필요하여 제작 비용이 증가하고, 무거워진 송전선을 버티기 위해 송전탑을 추가로 건설해야 한다. 따라서 송전선을 굵게 만드는 것에는 한계가 있다.

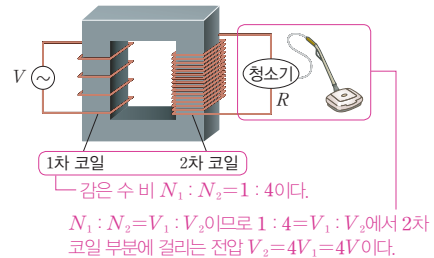
바로 알기 C: '전력=전압×전류'에서 송전 전압을 n 배로 하면 송전 전류는 $\frac{1}{n}$ 배가 되어, 손실 전력은 $\frac{1}{n^2}$ 배가 된다.

- 12 ㄱ. 1차 코일에 교류가 흐르면 세기와 방향이 변하는 자기장이 형성되고, 이는 철심을 통해 2차 코일에 전달되어 2차 코일에 전류를 유도한다. 한편 전압은 코일의 감은 수에 비례하므로, $V_1 : V_2 = N_1 : N_2$ 에서 $V_1 = \frac{N_1 V_2}{N_2}$ 이다.
ㄴ. 에너지 손실을 무시하므로 에너지 보존 법칙에 의해 1차 코일과 2차 코일에서 전력은 같다. 따라서 $V_1 I_1 = V_2 I_2$ 이다.

바로 알기 ㄴ. $V_1 I_1 = V_2 I_2$ 에 $V_1 = \frac{N_1 V_2}{N_2}$ 를 대입하면 $N_1 I_1 = N_2 I_2$ 이다. 한편 $N_1 < N_2$ 이므로 $I_1 > I_2$ 이다.

13 자료 해석하기

변압기의 원리

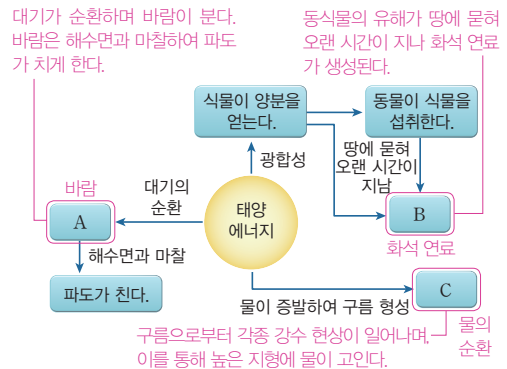


옴의 법칙에 의해 청소기 및 2차 코일에 흐르는 전류 $I_2 = \frac{4V}{R}$ 이다. 한편 에너지 손실은 무시하므로 1차 코일과 2차 코일에서 전력은 같다. 따라서 $V I_1 = 4V \times \frac{4V}{R}$ 에서 $I_1 = \frac{16V}{R}$ 이다.

- 14 ㄱ. 핵융합 반응이 일어날 때, 반응 후 질량의 총합은 반응 전 질량의 총합보다 작다. 이렇게 핵반응 과정에서 질량이 감소하는 것을 질량 결손이라고 한다.
ㄴ. 태양 중심부에서는 4개의 수소 원자핵이 핵융합하여 1개의 헬륨 원자핵이 만들어지는 수소 핵융합 반응이 일어나며, 이때 방출되는 에너지가 태양 에너지의 근원이다.
ㄷ. 핵반응 전 질량의 합은 $4m_1 + 2m_2$ 이므로 핵반응 후 감소한 질량은 $4m_1 + 2m_2 - m_3$ 이다. 따라서 아인슈타인의 질량 에너지 등가 원리 $E = \Delta mc^2$ 에 의해 방출된 에너지는 $(4m_1 + 2m_2 - m_3)c^2$ 이다.

15 자료 해석하기

태양 에너지가 지구에 미치는 영향



바람을 이용한 발전 방식은 풍력 발전(A), 화석 연료를 이용한

발전 방식은 화력 발전(B), 높은 곳에 위치한 물의 퍼텐셜 에너지를 이용한 발전 방식은 수력 발전(C)이다.

- 16 빛을 흡수하여 전압이 생기게 하는 소자는 태양 전지이며, 태양 전지를 이용한 발전 방식은 태양광 발전이다.

ㄱ. 태양광 발전은 태양의 빛에너지를 에너지원으로 하는 발전 방식이므로 자원 고갈의 염려가 없다.

ㄴ. 태양의 빛에너지를 태양 전지를 통해 직접 전기 에너지로 전환한다.

바로 알기 ㄷ. 현재 태양 전지의 효율이 낮으므로 대규모 발전을 위해서는 많은 태양 전지를 설치해야 하며, 이에 따라 넓은 면적이 필요하다는 단점이 있다.

- 17 ①, ② A는 원자로로, 원자로에서는 우라늄 핵분열의 연쇄 반응이 일어난다. 연쇄 반응의 속도는 급격히 증가하게 되므로, 원자로 내부에 중성자를 흡수할 수 있는 물질을 넣어 연쇄 반응의 속도를 조절한다.

③ 터빈과 연결된 B는 발전기로, 전자기 유도를 이용하여 운동 에너지를 전기 에너지로 전환한다.

④ 핵발전은 연료를 연소하는 과정이 없으므로 발전 과정에서 이산화 탄소를 거의 배출하지 않는다는 장점이 있다.

바로 알기 ⑤ 핵발전에 사용되는 우라늄은 적은 양으로도 막대한 에너지를 방출할 수 있으므로, 화석 연료를 사용하는 화력 발전에 비해 연료비가 적게 든다는 장점이 있다.

- 18 ㄱ, ㄴ, ㄷ. 풍력 발전은 발전소의 시설이 비교적 간단하여 산간이나 해안에 발전소를 설치하여 국토를 효율적으로 이용할 수 있고, 바람을 에너지원으로 사용하므로 자원 고갈 및 환경 오염의 염려가 없다는 장점이 있다. 하지만 날개가 돌아가면서 소음이 발생한다는 단점이 있다.

19 **자료 해석하기**

화력, 핵, 풍력, 태양광 발전의 특징

기준	화력 발전 (A)	핵 발전 (B)	풍력 발전 (C)	태양광 발전 (D)
발전 과정에서 이산화 탄소가 많이 배출된다.	예	아니요	아니요	아니요
기상 상태에 영향을 받지 않는다.	예	아니요	아니요	아니요
발전에 전자기 유도 현상을 이용한다.	예	아니요	예	아니요

전자기 유도 현상을 이용하는 발전 장치는 발전기이다. 풍력 발전에서는 발전기를 이용하지만, 태양광 발전에서는 태양 전지를 통해 빛에너지를 직접 전기 에너지로 전환한다.

④ 풍력 발전과 태양광 발전은 자원 고갈의 염려가 없는 발전 방식이다.

바로 알기 ① 화력 발전은 한 번 사용하면 다시 사용할 수 없어 고갈의 문제가 있는 화석 연료를 에너지원으로 사용한다.

② 핵발전은 발전 과정에서 방사성 폐기물이 발생하며, 이 폐기물 처리 문제는 사회적 갈등을 일으키기도 한다.

③ 핵발전의 에너지원은 우라늄 원자핵의 핵에너지로, 태양 에너지가 근원이 아니다.

⑤ 태양광 발전에 사용하는 발전 장치인 태양 전지는 소형으로 제작되어 전자 계산기, 휴대용 충전기 등에 이용되기도 한다.

- 20 신재생 에너지에 대한 설명이다.

①, ③, ⑤ 태양광 에너지, 풍력 에너지, 해양 에너지는 신재생 에너지에 속한다. 따라서 태양의 빛에너지를 이용한 태양광 발전, 바람의 운동 에너지를 이용한 풍력 발전, 해수면의 높이차를 이용한 조력 발전, 파도를 이용한 파력 발전, 조류를 이용한 조류 발전은 신재생 에너지를 이용한 발전 방식이다.

④ 수소와 산소의 화학 반응을 이용하여 전기 에너지를 생산하는 장치를 연료 전지라고 한다. 연료 전지는 신재생 에너지에 속한다.

바로 알기 ② 핵분열 연쇄 반응을 이용한 발전 방식은 핵발전으로, 이는 신재생 에너지에 속하지 않는다.

- 21 ㄴ. 밀물과 썰물에 따른 해수면의 높이차를 이용한 발전 방식은 조력 발전이다. 따라서 밀물과 썰물이 없는 시간대에는 조력 발전을 통해 전기 에너지를 생산할 수 없다.

ㄷ. 조력 발전은 조수 간만의 차가 큰 바닷가에 적합한 발전 방식이다. 따라서 우리나라의 경우 동해보다 서해가 발전소 설치에 유리하다.

바로 알기 ㄱ. 조력 발전소를 건설하는 과정에서 갯벌이 파괴되어 주변 생태계에 악영향을 끼치기도 한다.

22 **자료 해석하기**

연료 전지의 원리

(-)극: 수소가 수소 이온으로 되면서 전자를 내놓는다. → 수소가 전자를 잃고 산화된다.

(+)극: 산소가 수소 이온 및 전자와 반응한다. → 산소가 전자를 얻고 환원된다.

전자는 외부 회로를 통해 (+)극으로 이동한다.

→ 외부 회로에 전류가 흐른다.

수소 이온은 전해질 용액을 통해 (+)극으로 이동한다.

ㄱ. (-)극에서 수소가 전자를 잃고 수소 이온이 되는 산화 반응이 일어난다.

ㄴ. (+)극으로 이동해 온 수소 이온과 전자가 산소와 반응하여 (산소의 환원) 물이 생성된다.

ㄷ. (-)극에서 만들어진 수소 이온은 전해질 용액을 통해, 전자는 외부 회로를 통해 (+)극으로 이동한다.

- 23** ㄱ. A는 태양광 발전소와 풍력 발전소이다. 이 두 발전소의 발전 방식은 날씨와 같은 외부 환경의 영향을 받아 전력 공급량이 안정적이지 못하다는 단점이 있다. 따라서 지능형 전력망을 이용하면 전력 소비량을 실시간으로 파악하여 A에서 생산하는 전력과 화력 발전소, 수력 발전소 등에서 생산하는 전력의 균형을 맞출 수 있다.

ㄷ. 가정이나 사업장과 같은 전력 소비자도 건물에 태양 전지와 같은 간단한 발전 장치를 설치하면 소비하는 전력이 작은 시간에 생산된 남은 전력을 전력 거래소로 보내어 전력 공급자가 될 수 있다.

[바로 알기] ㄴ. 지능형 전력망을 통해 전력 소비량을 실시간으로 파악하여 탄력적인 전력 공급을 할 수 있으므로 대규모 정전을 예방할 수 있다.

- 24** ㄴ. A는 전자기 유도를 이용한 발전기로부터 전기 에너지를 얻는 발전 방식이고, B는 신재생 에너지를 이용한 발전 방식이다. 따라서 ㉠에는 신재생 에너지를 이용한 발전 방식 중 발전기를 이용한 풍력 발전이 들어가야 한다.

[바로 알기] ㄱ. 핵발전은 발전기를 이용하지만 핵연료의 고갈 염려가 있는 발전 방식이다.

ㄷ. 태양광 발전은 태양의 빛에너지를 태양 전지를 통해 직접 전기 에너지로 전환하는 발전 방식으로, 발전기를 이용하지 않는다.

- 25** ㄱ. 지역에 맞는 신재생 에너지를 생산하고 판매함으로써 환경 문제와 에너지 문제를 함께 해결할 수 있는 도시 형태를 친환경 에너지 도시라고 한다.

ㄴ. 과학 기술의 혜택에서 소외된 공동체의 문화, 정치, 환경적 특성에 맞는 단순한 수준의 기술을 적정 기술이라고 한다. 생명 빨대, 향아리 냉장고 등은 적정 기술을 활용한 발명품이다.

[바로 알기] ㄷ. 적정 기술은 과학의 혜택에서 소외된 사람들을 위한 것이므로 별도의 대규모 사회 기반 시설 없이도 이용할 수 있어야 한다.

차이를 만드는 통합 사고력 문제

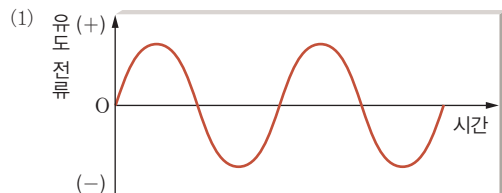
2권 226~229쪽

- 01 모범 답안** | (1) A, 도체 막대가 오른쪽으로 움직이므로 도체 막대와 금속 도선이 만드는 사각형 회로의 면적이 시간에 따라 증가한다. 이때 회로를 통과하는 자기장은 지면으로 들어가는 방향이므로 도체 막대에는 지면에서 나오는 방향의 자기장을 만들도록 반시계 방향의 유도 전류가 흐르게 된다.
- (2) 도체 막대를 움직이는 속력을 점점 증가시키더라도 자기장이 통과하는 사각형 회로의 면적은 시간에 따라 증가하므로 유도 전류의 방향은 (1)에서와 같다. 한편 단위 시간당 자기장이 통과하는 사각형 회로의 면적이 점점 더 빠르게 증가하므로 유도 전류의 세기 또한 점점 증가하게 된다.

	채점 기준	배점(%)
(1)	A를 고르고, 그 이유를 도체 막대의 움직임에 따른 면적 변화와, 이때 유도 전류의 방향을 들어 옳게 설명한 경우	50
	A를 고르고, 그 이유를 도체 막대의 움직임에 따른 면적 변화 설명 없이 유도 전류의 방향만 옳게 설명한 경우	30
	A만 고른 경우	15
(2)	유도 전류의 방향과 세기를 모두 옳게 비교하고, 그 이유를 도체 막대의 움직임에 따른 면적 변화를 들어 옳게 설명한 경우	50
	유도 전류의 방향과 세기만 옳게 비교한 경우	25
	유도 전류의 방향 또는 세기 중 하나만 옳게 비교한 경우	10

해설 | (1) 도체 막대는 ㄷ자 모양의 금속 도선 위에서 오른쪽으로 움직인다. 따라서 금속 도선과 도체 막대가 만드는 사각형 회로에서 자기장이 통과하는 영역의 넓이는 시간에 따라 점점 증가한다.

02 모범 답안



- (2) 코일이 1번 회전할 때 유도 전류의 방향은 2번 바뀌므로 코일이 1초에 60번 회전하면 유도 전류의 방향은 120번 바뀌게 된다.

	채점 기준	배점(%)
(1)	그래프로 옳게 나타낸 경우	50
(2)	코일이 1번 회전할 때 유도 전류의 방향이 바뀌는 횟수를 통해 120번을 구한 경우	50
	120번만 쓰고, 이유를 옳게 설명하지 않은 경우	20

해설 | (1) 그림의 발전기는 교류 발전기이다. 코일이 회전축을 중심으로 회전하는 발전기에서는 자기장이 수직으로 지나서 코일의 면적은 시간에 따라 파동과 같은 형태로 변한다. 따라서 발전기에 유도되는 전류 또한 파동과 같은 형태로 변한다. 이러한 함수를 사인(sin) 함수라고도 한다.

03 모범 답안 | (1) 그래프의 기울기가 R 이므로, 송전 전류를 I , 송전선에 걸리는 전압을 V_R 라고 하면 $V_R = IR$ 이다. 따라서 영역 B의 가로 길이는 I , 세로 길이는 IR 이므로 면적은 $I^2 R$ 이다. 이는 송전 전류의 제곱과 송전선의 전기 저항의 곱이므로 송전선에서의 손실 전력을 나타낸다.

(2) 송전 전류 $I = \frac{P_0}{V}$ 이므로 B의 면적 $\frac{P_0}{2} = I^2 R = \left(\frac{P_0}{V}\right)^2 R$ 에서 $V = \sqrt{2P_0 R}$ 이다.

	채점 기준	배점(%)
(1)	영역 B의 면적이 송전 전류의 제곱과 송전선의 전기 저항의 곱과 같으므로 손실 전력을 나타낸다고 설명한 경우	50
	손실 전력을 나타낸다고만 쓴 경우	25
(2)	$V = \sqrt{2P_0 R}$ 로 나타낸 경우	50

해설 | (1) 그림에서 영역 A의 면적은 '송전 전류 \times 송전 전압'으로 발전소에서 공급하는 전력의 크기를 나타내며, 그 크기가 P_0 으로 일정하다. 따라서 송전 전류가 n 배가 되면 송전 전압은 $\frac{1}{n}$ 배가 된다. 한편 영역 B의 가로값은 송전 전류이고, 세로값은 기울기 R 인 그래프의 세로축 값, 즉 '송전 전류 \times 전기 저항'이다. 따라서 영역 B의 세로축 값은 송전 전류가 클수록 증가하며, 면적인 '송전 전류 \times 송전 전류 \times 전기 저항', 즉 손실 전력은 송전 전류의 제곱에 비례하여 증가한다.

(2) '전력 = 전압 \times 전류'이고 송전 전류에 관계없이 영역 A의 면적이 P_0 으로 일정하므로 $I = \frac{P_0}{V}$ 으로 나타낼 수 있다.

04 모범 답안 | (1) 공급된 전력은 송전 전압과 송전 전류의 곱과 같으므로 a, b에 흐르는 전류는 각각 $\frac{10P_0}{2V_0}$, $\frac{9P_0}{V_0}$ 이다. 한편 a,

b에서의 손실 전력은 P_0 으로 같으므로 a, b의 저항을 각각 R_a , R_b 라고 하면 $\left(\frac{10P_0}{2V_0}\right)^2 R_a = \left(\frac{9P_0}{V_0}\right)^2 R_b$ 이다. 따라서 $R_a : R_b = 81 : 25$ 이다.

(2) 변압기에서 코일의 감은 수의 비는 각 코일에 흐르는 전류의 역수 비와 같다. a와 b에 흐르는 전류의 비 $I_1 : I_2 = \frac{10P_0}{2V_0} : \frac{9P_0}{V_0} = 5 : 9$ 이므로 $N_1 : N_2 = 9 : 5$ 이다.

	채점 기준	배점(%)
(1)	송전 전압과 전력으로 구한 송전 전류의 제곱과 송전선의 저항의 곱이 손실 전력과 같다는 것을 이용하여 81 : 25를 구한 경우	50
	과정에 대한 설명이 없이 수식만을 이용하여 81 : 25를 구한 경우	40
	81 : 25만 쓴 경우	20
(2)	변압기에서 코일의 감은 수의 비와 전류의 비의 관계를 통해 9 : 5를 구한 경우	50
	전류의 비가 5 : 9이므로 감은 수 비가 9 : 5라고만 쓴 경우	40
	9 : 5만 쓴 경우	20

해설 | (2) 변압기 코일의 감은 수의 비 $N_1 : N_2$ 는 송전선에 흐르는 전류의 비의 역수와 같으므로 $N_1 : N_2 = I_2 : I_1$ 이다. 이때 $N_1 : N_2 = 2V_0 : V_0 = 2 : 1$ 로 답하면 안 된다. a, b의 송전 전압의 일부는 변압기의 코일에, 일부는 송전선의 저항에 걸리기 때문이다. $N_1 : N_2$ 는 변압기의 코일에 걸리는 전압의 비만 생각해야 하므로 전체 전압에서 송전선의 저항에 걸리는 전압을 빼준 값의 비이다.

05 모범 답안 | (1) ㉠은 핵융합 반응, ㉡은 핵분열 반응이다. ㉠, ㉡ 모두 핵반응 과정에서 질량이 에너지로 변환되어 방출되므로 질량이 감소한다.

(2) 원자핵의 실제 질량은 질량수와 미세하게 다르고, 실제 질량과 질량수의 비가 줄어드는 원자핵으로의 변환이 일어날 때 질량이 감소하며 에너지가 방출된다. 따라서 그래프에서 $\frac{\text{실제 질량}}{\text{질량수}}$

의 값이 큰 원자핵에서 작은 원자핵으로 변환될 때 에너지가 방출되며, 이 값은 원자핵의 질량수가 56에 가까워질수록 점점 작아진다. 즉, 질량수가 56보다 작은 경우 핵융합하여 56에 가까워질 때 에너지를 방출한다. 반대로 질량수가 56보다 큰 경우 핵분열하여 56에 가까워질 때 에너지를 방출한다.

채점 기준		배점(%)
(1)	㉠, ㉡을 옳게 구분하고, 질량이 에너지로 변환되므로 질량이 감소한다고 설명한 경우	50
	㉠, ㉡을 옳게 구분하고, 질량이 감소한다고만 쓴 경우	45
	㉠, ㉡만 옳게 구분한 경우	20
(2)	그래프에서 실제 질량을 통해 질량수 56을 기준으로 핵융합과 핵분열 시 에너지가 방출되는 원자핵을 구분한다고 설명한 경우	50
	질량수 56만 쓴 경우	15

해설 | (2) 보통 원자핵의 실제 질량 질량수는 1에 가깝지만, 원자핵에 따라 1보다 약간 크거나 약간 작을 수 있다.

- 06 모범 답안** | (1) 안산, 조력 발전은 밀물과 썰물 시 해수면의 높이 차로 인한 퍼텐셜 에너지를 이용하여 전기 에너지를 생산하는 발전 방식이다. 따라서 제시된 지역 중 조수 간만 차가 가장 큰 안산이 조력 발전소를 건설하기에 가장 좋다.
- (2) 대관령, 풍력 발전은 바람의 운동 에너지를 이용하여 발전기를 돌려 전기 에너지를 생산하는 발전 방식이다. 따라서 제시된 지역 중 평균 풍속이 가장 큰 대관령이 풍력 발전소를 건설하기에 가장 좋다.

채점 기준		배점(%)
(1)	안산을 고르고, 밀물과 썰물에 따른 해수면 높이차를 들어 설명한 경우	50
	안산을 고르고, 조수 간만 차가 가장 크기 때문이라고 설명한 경우에도 정답 인정	50
	안산만 고른 경우	15
(2)	대관령을 고르고, 바람이 가장 강한 지역이기 때문이라고 설명한 경우	50
	대관령을 고르고, 평균 풍속이 가장 빠르기 때문이라고 설명한 경우에도 정답 인정	50
	대관령만 고른 경우	15

해설 | (1) 실제로 우리나라 안산 근처에 시화호 조력 발전소가 건설되어 운용 중이다. 시화호 조력 발전소의 연간 발전량은 소양강댐의 1.56배이다.

(2) 우리나라 대관령 지역은 평균 풍속이 크면서도 강한 바람이 꾸준히 불어 풍력 발전소를 설치하기에 최적의 장소로 평가 받는다. 현재 대관령 지역에는 49기의 풍력 발전기가 운용 중이다.

High Top을 완성하는 수능형 문제

2권 230~238쪽

1 ⑤	2 ④	3 ①	4 ③	5 ⑤	6 ②
7 ③	8 ④	9 ①	10 ①	11 ②	12 ①
13 ④	14 ⑤	15 ③	16 ④	17 ④	18 ③

- 1** ㄱ. 뱀이 개구리를 잡아먹는 것은 생물이 서로 영향을 주고 받는 상호 작용(㉠)에 해당한다.
 ㄴ. 지의류가 바위의 토양화를 촉진하는 것은 생물이 비생물적 요인에 영향을 주는 반작용(㉡)에 해당한다.
 ㄷ. 붓꽃이 봄과 초여름에 꽃이 피고, 코스모스가 가을에 꽃이 피는 것은 일조 시간에 따라 나타나는 현상이므로, 비생물적 요인이 생물에 영향을 주는 작용(㉢)에 해당한다.
- 2** 북극여우와 사막여우의 몸 구조가 다른 것은 온도에 대한 적응이다. 추운 지역에 사는 북극여우는 몸집이 크고 귀 등의 몸 말단부가 작아 열을 잘 보존한다. 더운 지역에 사는 사막여우는 몸집이 작고 귀 등의 몸 말단부가 커서 열을 잘 방출한다.
- [바로 알기]** ④ 가시도마뱀이 가시처럼 생긴 돌기로 수분을 빨아들이고 저장하는 것은 물에 대한 적응 현상이다.
- 3** (나)에서 상록수의 잎 세포는 가을이 되어 기온이 내려가면 녹말의 양은 감소하고 포도당과 삼투압이 증가한다. 이와 같이 삼투압이 증가하면 어느점이 내려가므로 겨울 동안 잎 세포가 어느 것을 방지한다.
 ㄱ. (나)는 온도에 대한 적응 현상이므로 비생물적 요인이 생물에 영향을 주는 ㉠의 예이다.
[바로 알기] ㄴ. 해조류의 분포가 빛의 파장에 따라 달라지는 것은 비생물적 요인이 생물에 영향을 준 것이므로 ㉠의 예이다.
 ㄷ. 녹말이 포도당으로 변하여 삼투압이 증가함으로써 세포가 어느 것이 방지된다.
- 4** 살충제를 살포한 후 1차 소비자인 메뚜기의 개체 수가 감소하였으므로 생산자의 개체 수는 증가할 것이고, 메뚜기를 먹는 2차 소비자의 개체 수는 감소할 것이다.
[바로 알기] ㄷ. 메뚜기는 개체 수가 감소한 것이지 멸종한 것은 아니다. 살충제의 영향으로 메뚜기가 멸종했는지는 제시된 자료로는 알 수 없다.
- 5** ㄱ. G, H, I는 생산자이다. 생산자는 에너지 피라미드(가)의 하단에 위치하므로 G, H, I의 에너지량을 합친 값은 300 kcal/m²이다.
 ㄴ. D는 G의 포식자이므로 D가 멸종하면 일시적으로 G의 개체 수가 증가하므로 G의 에너지량이 일시적으로 증가한다.

ㄷ. $\frac{\text{현 영양 단계 에너지양}}{\text{전 영양 단계 에너지양}}$ 의 값은 1차 소비자가 $\frac{30}{300} = \frac{1}{10}$.

2차 소비자가 $\frac{3}{30} = \frac{1}{10}$, 3차 소비자가 $\frac{1}{3}$ 이므로 3차 소비자가 가장 크다.

- 6 ㄷ. ㉠ 지점에서는 습지 복원 전과 후의 오염 물질 농도에 차이가 없다. 따라서 축산 지역에서 발생하는 폐수가 하천으로 바로 흘러 들어가지 못하게 하는 시설을 설치할 필요가 있다.

[바로 알기] ㄱ. 습지 복원 후 ㉠ 지점의 오염 물질 농도가 크게 줄어들었으므로 습지는 하천의 오염도를 감소시킨다고 볼 수 있다.

ㄴ. 습지에서는 줄기에 통기 조직이 발달한 갈대와 같은 습생 식물이 잘 자란다.

- 7 ㄱ. 해수의 온도가 상승하면 해수에 녹아 있던 이산화 탄소가 대기 중으로 방출되므로 온실 기체의 양은 증가한다.

ㄷ. 지구 온난화로 수온이 상승하면 해수에 녹아 있던 이산화 탄소가 대기 중으로 방출되어 지구 온난화가 심해진다. 또 빙하가 용해되면 지구의 반사율이 감소되어 지구가 흡수하는 태양 복사 에너지양이 많아지므로 지구 온난화가 심해진다.

[바로 알기] ㄴ. 빙하가 녹으면 반사율이 감소하여 결과적으로 지구가 흡수하는 태양 복사 에너지양은 증가하게 된다.

- 8 엘니뇨 시기에는 무역풍이 약해져 서쪽으로 이동하던 따뜻한 해수의 흐름이 약해지므로 따뜻한 해수가 분포하는 지역이 동쪽으로 이동한다. 그 결과 B 해역에서 따뜻한 해수층이 두꺼워지고, 상승 기류가 발달하여 습한 날씨가 나타난다. 반면 라니냐 시기에는 무역풍이 강해져 서쪽으로 이동하는 따뜻한 해수의 흐름이 강해지므로 B 해역에서 건조하고 서늘한 날씨가 나타난다. 따라서 (가)는 엘니뇨, (나)는 라니냐 시기이다.

ㄱ. 무역풍은 (가) 엘니뇨 시기보다 (나) 라니냐 시기에 강하다.

ㄷ. B 해역의 따뜻한 해수층은 (가) 엘니뇨 시기에 더 두껍다.

[바로 알기] ㄴ. A 해역은 라니냐 시기인 (나)일 때 평상시보다 강수량이 많아지고, 엘니뇨 시기인 (가)일 때 강수량이 감소한다. 따라서 A 해역의 강수량은 (나)보다 (가)일 때 적다.

- 09 A와 B에 공급한 열은 Q_1 로 같고, 이 열의 일부는 일로 전환되고 나머지는 방출된다. '열기관에 공급한 열 = 한 일 + 방출한 열'이므로 $W_0 + 1.1Q_2 = 4W_0 + Q_2$ 에서 $Q_2 = 30W_0$ 이다.

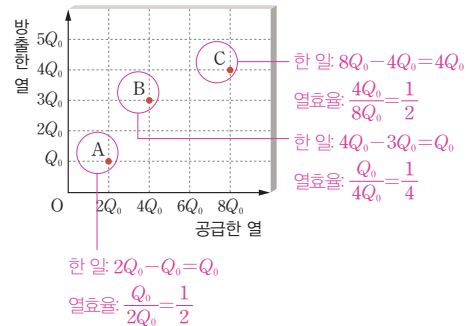
따라서 B의 열효율 $= \frac{4W_0}{Q_1} = \frac{4W_0}{4W_0 + Q_2} = \frac{4W_0}{4W_0 + 30W_0} = \frac{2}{17}$ 이다.

10 자료 해석하기

열기관과 열효율

• 열기관이 한 일 = 공급한 열 - 방출한 열

• 열효율 = $\frac{\text{한 일}}{\text{공급한 열}}$



ㄱ. A와 B가 한 일의 양은 Q_0 으로 같다.

[바로 알기] ㄴ. 같은 양의 열을 공급할 때 열효율이 높은 C가 열효율이 낮은 B보다 더 많은 양의 일을 한다.

ㄷ. A와 C의 열효율은 $\frac{1}{2}$ 로 같지만, 이 두 열기관을 동시에 사용한다고 해서 열효율이 1이 될 수는 없으므로 방출되는 열이 0이 되게 할 수는 없다.

11 자료 해석하기

전자기 유도과 역학적 에너지 보존

자석의 N극이 코일에 가까워지므로, 코일에는 이를 방해하는 전류가 유도된다.

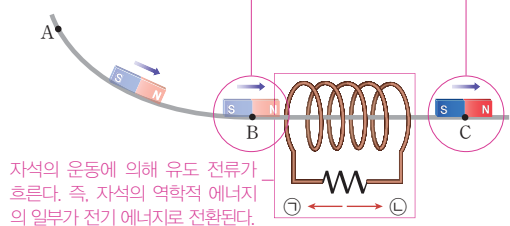
➡ 코일 왼쪽에 N극을 형성하는 유도 전류가 흐른다.

➡ 저항에 흐르는 전류의 방향은 ㉠이다.

자석의 S극이 코일에서 멀어지므로, 코일에는 이를 방해하는 전류가 유도된다.

➡ 코일 오른쪽에 N극을 형성하는 유도 전류가 흐른다.

➡ 저항에 흐르는 전류의 방향은 ㉡이다.



ㄴ. 수평면에서 자석의 운동 에너지의 일부는 전기 에너지로 전환되면서 속력이 점점 느려진다. 따라서 자석의 속력은 B에서가 C에서보다 빨리 코일을 통과하는 자기장의 시간에 따른 변화는 B에서가 C에서보다 크다. 따라서 자석이 B점을 지나는 순간 유도 전류의 세기는 C점을 지나는 순간보다 세다.

[바로 알기] ㄱ. 자석이 운동하는 동안 자석의 역학적 에너지의 일부는 전기 에너지로 전환되어 보존되지 않는다.

ㄷ. 자석이 C점을 지나는 순간 코일 오른쪽이 N극이 되도록 유도 전류가 흐르므로 저항에 흐르는 유도 전류의 방향은 ㉠이다.

- 12 ㄱ. 에너지를 연소시켜 물을 끓여 만든 수증기로 터빈을 돌리는 발전 방식은 화력 발전이다. 화력 발전에서는 에너지원으로 주로 화석 연료를 사용한다. 화석 연료는 과거 동식물의 유해가 땅속에 묻혀 오랜 시간 동안 열과 압력을 받아 생성되는데, 동식물은 태양 에너지를 근원으로 살아간다. 따라서 화석 연료가 가진 화학 에너지의 근원은 태양 에너지라고 할 수 있다.

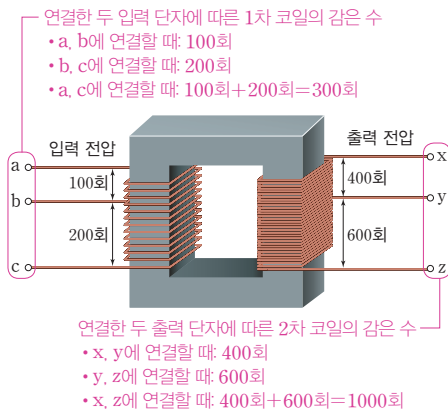
바로 알기 ㄴ. 터빈을 돌려 전기 에너지를 얻는 장치인 B는 발전기이다. 발전기는 전자기 유도를 이용하여 운동 에너지를 전기 에너지로 전환한다.

ㄷ. 핵분열의 연쇄 반응 과정에서 방출되는 에너지를 이용하는 발전 방식은 핵발전이다.

- 13 변전소에서 공급한 전력 중 송전선 A, B에서 손실된 전력의 차이만큼이 가정 및 공장에서 소비된다. 따라서 A에서 손실 전력은 $80P_0 - 79P_0 = P_0$, B에서 손실 전력은 $30P_0 - 27P_0 = 3P_0$ 이다. 한편 '전력=전압×전류'이고, A, B로의 송전 전압이 각각 $4V_0, V_0$ 이므로 A에 흐르는 송전 전류 $I_A = \frac{80P_0}{4V_0}$, B에 흐르는 송전 전류 $I_B = \frac{30P_0}{V_0}$ 이다. 손실 전력은 송전 전류의 제곱과 송전선의 저항의 곱이므로, A에서의 손실 전력 $P_0 = \left(\frac{80P_0}{4V_0}\right)^2 R_A$, B에서의 손실 전력 $3P_0 = \left(\frac{30P_0}{V_0}\right)^2 R_B$ 이다.
- 따라서 $R_A : R_B = \left(\frac{4V_0}{80P_0}\right)^2 P_0 : \left(\frac{V_0}{30P_0}\right)^2 3P_0 = 3 : 4$ 이다.

14 자료 해석하기

변압기의 원리



변압기의 입력 전압과 출력 전압 비 $V_1 : V_2$ 는 코일의 감은 수 비 $N_1 : N_2$ 와 같다. 따라서 다음과 같은 경우가 가능하다.

- 100회 : 400회 = 1 : 4
- 100회 : 600회 = 1 : 6
- 100회 : 1000회 = 1 : 10
- 200회 : 400회 = 1 : 2
- 200회 : 600회 = 1 : 3
- 200회 : 1000회 = 1 : 5
- 300회 : 400회 = 3 : 4
- 300회 : 600회 = 1 : 2
- 300회 : 1000회 = 3 : 10

- 15 ㄱ. (가)는 4개의 수소 원자핵이 융합하여 1개의 헬륨 원자핵이 되는 수소 핵융합 반응을 나타낸다. 따라서 A는 수소 원자핵이고, B는 헬륨 원자핵이므로 A의 질량은 B보다 작다.

ㄷ. (나)는 우리늄 원자핵이 중성자를 흡수하여 2개의 원자핵으로 나뉘면서 2~3개의 중성자를 방출하는 핵분열 반응을 나타낸다. 핵융합과 핵분열 모두 핵반응 후 질량은 핵반응 전에 비해 감소한다. 이때 감소한 질량은 에너지로 방출된다.

바로 알기 ㄴ. 우리늄 원자핵은 중성자를 흡수하여 핵분열한다. 따라서 입자 C는 중성자이다.

- 16 ㄴ. 수력 발전과 파력 발전은 전자기 유도를 이용하지만 화석 연료를 사용하지는 않으므로 B에 해당한다.

ㄷ. C는 화석 연료를 사용하는 화력 발전으로 화석 연료의 연소 과정에서 이산화 탄소와 같은 온실 기체를 방출한다.

바로 알기 ㄱ. 터빈을 돌리는 과정이 있는 발전 방식에는 발전기가 이용된다. 즉, A는 전자기 유도를 이용하지 않는 발전 방식이다. 이러한 발전 방식에는 태양 전지를 이용하여 빛에너지를 직접 전기 에너지로 전환하는 태양광 발전이나, 화학 에너지를 직접 전기 에너지로 전환하는 연료 전지가 있다.

- 17 ㄱ. 전극 A에서 수소는 전자를 잃고 산화된다.

ㄴ. 수소가 내놓은 전자는 전극 A에서 외부 회로를 따라 전극 B로 이동한다. 따라서 전자의 이동 방향은 ㉠이다.

바로 알기 ㄷ. 연료 전지는 연료를 연소하는 과정이 없이 연료의 화학 에너지를 직접 전기 에너지로 전환하므로 에너지 효율이 상대적으로 높은 발전 방식이다.

- 18 ㄱ. 신재생 에너지를 이용한 발전 방식 중 전자기 유도 현상, 즉 발전기를 이용하지 않는 것에는 연료 전지, 태양광 발전이 있다.

ㄷ. 밀물과 썰물이 일어날 때 해수면의 높이 차를 이용한 발전 방식은 조력 발전이다. 조력 발전은 발전소를 건설하는 데 많은 비용이 들며, 그 과정에서 갯벌이 파괴된다는 단점이 있다.

바로 알기 ㄴ. 파도의 운동 에너지를 이용한 발전 방식은 파력 발전이다. 파도의 높이는 항상 일정하지 않으므로, 파력 발전은 항상 일정한 전력을 얻기 어렵다는 단점이 있다.