



정답과 풀이

I | 여러 가지 힘

01 중력과 탄성력

개념 확인 Quiz

p.11

- 1 힘의 크기, 힘의 방향, 힘의 작용점 2 무게 3 탄성력
4 반대, 같다

자료 보고 개념 다지기

p.12~13

- 01 힘 02 (가) 힘의 크기, (나) 힘의 작용점, (다) 힘의 방향 03 남
쪽으로 15 N 04 (가): B, (나): E 05 (1) ○ (2) ○ (3) ○ (4) ×
06 ㄱ, ㄴ 07 (1) ○ (2) × (3) ○ (4) ○ (5) × 08 300 g 09 (1) C
(2) A 10 (1) ○ (2) × (3) ○ 11 (1) 4 N (2) 오른쪽(→)

- 01 물체에 힘이 작용하면 물체의 모양이나 빠르기, 운동 방향이 변한다.
02 화살표의 길이는 힘의 크기, 화살표의 시작점은 힘의 작용점, 화살표의 방향은 힘의 방향을 나타낸다.
03 10 N의 힘을 2 cm로 나타내었으므로, 1 cm는 5 N에 해당한다. 따라서 그림 (나)가 나타내는 힘의 방향과 크기는 남쪽으로 15 N이다.
04 중력은 지구 중심 방향으로 작용하기 때문에 (가)는 B 방향, (나)는 E 방향으로 움직인다. 이와 같이 물체가 지구 중심 방향으로 움직이는 것은 지구가 물체를 끌어당기는 중력 때문이다.
05 물체에 작용하는 중력의 크기를 무게라고 한다.
06 폭포수가 아래로 떨어지는 것과 스카이다이버가 아래로 떨어지는 것은 중력이 작용하는 현상이다.

개념 바로 알기

- ㄴ. 기타줄의 탄성력을 이용하여 연주를 한다.
ㄷ. 장대높이뛰기를 하는 것은 탄성력과 관련이 있다.

- 07 무게의 단위는 N(뉴턴)을, 질량의 단위로는 kg(킬로그램), g(그램)을 사용한다. 질량은 측정 장소에 관계없이 일정하다.
08 질량은 물체의 고유한 양으로 장소에 관계없이 항상 같은 값이다. 따라서 지구와 달에서 물체의 질량은 같다.
09 탄성력은 물체에 작용한 힘의 방향과 반대 방향으로 작용한다. 용수철을 A 쪽으로 누를 때 탄성력이 작용한 방향은 C 쪽이다. 용수철을 C 쪽으로 당길 때 탄성력이 작용한 방향은 A 쪽이다.

- 10 탄성력은 탄성체와 작용하는 힘의 방향과 반대 방향으로 작용한다.

- 11 탄성력의 크기는 힘의 크기와 같으므로 4 N이고, 탄성력의 방향은 힘의 방향과 반대 방향이므로 오른쪽(→)이다.

실력 다지기

p.14~17

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

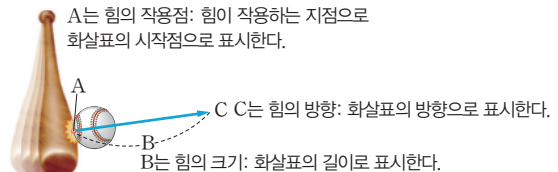
- 01 답 ② | 물체에 힘이 작용하면 물체의 모양, 운동 방향, 빠르기가 변한다.
02 답 ⑤ | 축구공이나 테니스공에 힘이 작용하면 모양이나 운동 상태가 모두 변한다.
03 답 ④ | 힘의 크기에 따라 물체의 변형 정도나 운동 상태의 변화 정도가 달라진다.

개념 바로 알기

- ① 힘의 단위로는 N(뉴턴)을 사용한다.
② 힘의 작용점은 화살표의 시작점으로 표시한다.
③ 힘을 표시할 때 화살표의 방향은 힘의 방향을 가리킨다.
⑤ 힘을 화살표로 나타낼 때 1 N의 힘을 3 cm의 길이로 나타낸다면 3 N의 힘은 9 cm의 길이로 나타낼 수 있다.

- 04 답 ④ | 힘의 작용점은 화살표의 시작점으로 나타내고, 힘의 크기는 화살표의 길이로 나타내며, 힘의 방향은 화살표의 방향으로 나타낸다.

자료 분석 야구공에 작용하는 힘의 표시



- 05 답 ④ | 힘의 크기와 힘의 방향이 같아도 책에 작용하는 힘의 작용점이 다르면 힘의 효과가 다르게 나타난다. (가)의 책은 오른쪽으로 수평 이동하고, (나)의 책은 시계 방향으로 회전한다.

06 답 ⑤ | 어떤 물체의 화살표의 길이를 x 로 놓으면 $1\text{ cm} : 2\text{ N} = x : 6\text{ N}$ 이므로 $x=3\text{ cm}$ 이고, 화살표의 방향은 왼쪽이다.

07 답 ⑤ | 중력은 지구가 물체를 끌어당기는 힘이고, 지구 중력의 방향은 지구 중심 방향이다. 지구와 달 표면에서 중력의 크기는 다르며, 중력의 크기는 질량에 비례한다. 중력의 크기는 무게로, 측정 장소에 따라 달라진다.

08 답 ③ | 지구에서 중력의 방향은 항상 지구 중심을 향하는 방향이다. 따라서 A는 \rightarrow , B는 \uparrow , C는 \leftarrow 을 향한다.

09 답 ③ | 달에서 물체의 무게를 측정하면 지구의 $\frac{1}{6}$ 배가 된다. 무게를 측정하는 도구는 용수철저울과 가정용저울 등이 있다.

개념 바로 알기

ㄱ. 무게의 단위는 N(뉴턴)을 사용한다.

ㄴ. 무게는 측정 장소에 따라 달라진다.

10 답 ④ | 질량은 측정 장소에 관계없이 일정하다.

개념 바로 알기

① 질량은 물체를 이루는 물질의 고유한 양이다.

② 무게는 물체에 작용하는 중력의 크기이다.

③ 물체의 무게는 지구와 달에서 다른 값이다.

⑤ 중력이 작아지면 물체의 무게가 감소하지만 질량은 일정하다.

자료 분석 무게와 질량

구분	무게	질량
정의	물체에 작용하는 중력의 크기	물체가 가지고 있는 고유한 양
단위	N(뉴턴)	kg(킬로그램), g(그램)
측정	용수철저울, 가정용저울	윗접시저울, 양팔저울
특징	측정 장소에 따라 달라진다.	측정 장소에 관계없이 일정하다.
관계	무게는 질량에 비례한다. ➡ 지구에서의 무게(N) = $9.8 \times$ 질량(kg)	

11 답 ④ | 달에서 추와 장난감의 질량은 변하지 않으므로 양팔저울은 지구에서와 같은 수평을 이룬다. 달에서 장난감의 질량은 6 kg이고, 달에서 추의 무게는 9.8 N이다.

12 답 ② | 행성에 따라 표면에서의 중력이 다르므로 몸무게가 다르게 측정된다. 행성 A, B, C 표면에서의 몸무게는 각각 지구에서의 0.9배, 1.5배, 0.8배이다.

13 답 ④ | 탄성력의 크기는 작용한 힘의 크기와 같고, 탄성력의 방향은 작용한 힘의 방향과 반대 방향이다.

14 답 ③ | 탄성력의 크기는 작용한 힘의 크기와 같고 탄성력의 방향은 작용한 힘의 방향과 반대 방향으로 작용한다. 따라서 탄성력의 크기는 16 N이고, 방향은 오른쪽 방향(\rightarrow)이다.

15 답 ④ | 용수철을 많이 압축시킬수록 손에 작용하는 탄성력의 크기는 커지며, 탄성력의 방향은 용수철이 변형된 방향과 반대 방향인 오른쪽이다.

개념 바로 알기

① 손에 작용하는 탄성력의 방향은 오른쪽이다.

② 미는 힘이 클수록 용수철이 많이 압축된다.

③ 용수철을 많이 압축될수록 탄성력의 크기는 커진다.

⑤ 용수철이 변형되는 정도는 미는 힘의 크기에 비례한다.

16 답 ⑤ | 용수철을 2 N의 힘으로 잡아도 용수철의 늘어난 길리는 같다.

개념 바로 알기

① 물체에 작용한 중력의 방향은 아래쪽이다.

② 물체에 작용하는 탄성력의 크기는 2 N이다.

③ 물체에 작용하는 탄성력의 방향은 위쪽이다.

④ 용수철이 늘어난 길이는 물체의 무게에 비례한다.

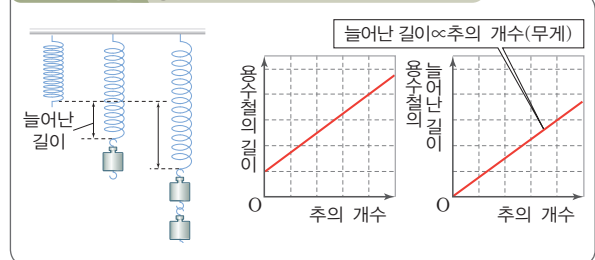
17 답 ③ | 2 N의 힘이 작용했을 때 용수철이 4 cm 늘어났으므로, 12 cm 늘어나게 하려면 6 N의 힘을 작용해야 한다.

18 답 ② | 용수철의 늘어난 길이는 추의 질량에 비례하므로 $100\text{ g} : (17.5 - 15)\text{ cm} = 600\text{ g} : x$, $x=15$ 이므로 용수철의 늘어난 길이는 15 cm이다.

19 답 ③ | 용수철에 매단 추 1개의 무게가 5 N이므로 용수철에 5 N의 힘이 작용할 때 용수철은 1 cm 늘어난다. $5\text{ N} : 1\text{ cm} = (5\text{ N} \times 6) : x$, $x=6$ 이므로 용수철이 늘어난 길이는 6 cm이다.

20 답 ④ | 용수철이 8 cm 늘어났으므로 물체의 무게를 x 라고 하면 $5\text{ N} : 1\text{ cm} = x : 8\text{ cm}$ 이므로 $x=40\text{ N}$ 이다.

+ 플러스 특강 용수철의 늘어난 길이와 추의 개수의 관계



21 답 ③ | 용수철이 늘어난 길이는 추의 개수(질량, 무게, 작용한 힘의 크기)에 비례한다.

개념 바로 알기

- ① 용수철의 늘어난 길이는 추의 무게에 비례한다.
- ② 용수철이 많이 늘어날수록 탄성력이 커진다.
- ④ 추에 작용하는 탄성력의 방향은 중력의 방향과 반대이다.
- ⑤ 용수철의 늘어난 길이는 추의 질량에 비례한다.

22 답 ⑤ | 지구에서 질량을 측정한 물체를 달에 가져가서 측정하면 지구에서와 같은 크기이므로 질량은 300 g이다.

개념 바로 알기

- ① 물체의 무게는 질량에 비례한다.
- ② 지구와 달에서 물체에 작용하는 중력의 크기는 다르다.
- ③ 용수철저울을 사용하면 무게를 측정할 수 있다.
- ④ 윗접시저울을 사용하면 질량을 측정할 수 있다.

23 답 ② | 달 표면에서의 물체의 무게는 $\frac{1}{6} \times (9.8 \times 0.3) \text{ N} = 0.49 \text{ N}$ 이다.

24 답 ③ | (가)는 탄성력으로 용수철이 원래 길이로 되돌아가는 힘이고, (나)는 중력이다.

자료 분석 용수철에 매달린 추에 작용하는 힘



- 용수철이 추에 작용하는 힘은 탄성력이다.
- 용수철을 늘어나게 하는 것은 추에 작용하는 중력이다.
- 용수철을 당기는 힘이 클수록 용수철이 많이 늘어나며, 용수철이 늘어나는 길이로 물체에 작용하는 중력의 크기(무게)를 알 수 있다.

서술형 다지기

p.18

01 지구에서 질량이 1 kg인 물체의 무게는 9.8 N이므로 질량이 500 g인 사과의 중력의 크기는 4.9 N이다.

모범 답안 (1) 4.9 N

(2) 사과에 작용하는 지구의 중력은 지구 중심 방향으로 작용한다. 즉, 사과는 아래쪽으로 중력이 작용한다.

채점 기준		배점
(1)	지구에서 사과에 작용하는 중력의 크기를 옳게 쓴 경우	50 %
(2)	사과에 작용하는 지구의 중력 방향을 옳게 서술한 경우	50 %

02 모범 답안 (1) 0.3 kg, 지구에서 무게는 2.94 N이므로 $2.94 \text{ N} = 9.8 \times \text{질량(kg)}$ 이다. 따라서 이 사과의 질량은 0.3 kg이다.

(2) 0.49 N, 달은 중력의 크기가 지구의 $\frac{1}{6}$ 배이므로 사과의 무게도 $\frac{1}{6}$ 배로 줄어들기 때문이다.

채점 기준		배점
(1)	지구에서 사과의 질량을 풀이 과정과 함께 모두 옳게 서술한 경우	50 %
(2)	달에서 사과의 무게와 그 까닭을 모두 옳게 서술한 경우	50 %
	달에서 사과의 무게만 옳게 쓴 경우	25 %

03 모범 답안 (1) (가): \leftarrow , (나): \rightarrow

(2) 탄성력은 탄성체가 원래 모양으로 되돌아가려는 방향, 즉 작용한 힘의 방향과 반대 방향으로 작용한다.

채점 기준		배점
(1)	(가)와 (나)의 탄성력 방향을 모두 옳게 서술한 경우	50 %
	한 가지만 옳게 쓴 경우	25 %
(2)	탄성력의 방향을 옳게 서술한 경우	50 %

04 모범 답안 (1) 10 cm, 1 N의 추를 매달았더니 용수철이 5 cm가 늘어났으므로 2개의 추를 매달면 용수철은 10 cm 늘어난다.

(2) 용수철이 늘어난 길이는 용수철에 매단 추의 무게에 비례한다.

채점 기준		배점
(1)	용수철이 늘어난 길이를 풀이 과정과 함께 모두 옳게 서술한 경우	50 %
(2)	용수철이 늘어난 길이와 용수철에 매단 추의 무게 사이의 관계를 옳게 서술한 경우	50 %

개념 한 걸음 더

p.19

01 ③ 02 ②

01 답 ③ | 중력은 질량은 가진 모든 물체들 사이에서 서로 당기는 방향으로 작용하는 힘이다. 적도에서 지구 중심까지의 거리가 극에서 지구 중심까지의 거리보다 길기 때문에 적도 지방의 중력이 극지방보다 작다.

02 답 ② | A에 작용하는 중력의 방향은 아래쪽, B에 작용하는 중력의 방향은 왼쪽이다. 지표면 근처에서 중력 가속도는 물체의 질량에 관계없이 9.8 m/s^2 으로 같다.

02 마찰력과 부력

개념 확인 Quiz

p.21

1 마찰력 2 크다 3 부력 4 무게

자료 보고 개념 다지기

p.22-23

01 (1) A (2) C 02 (1) B (2) B (3) C 03 A: \searrow , B: \leftarrow , C: \swarrow
 04 \perp , \parallel 05 (라) > (다) > (가) = (나) 06 (다)와 (라) 07 (가): \uparrow ,
 (나): \uparrow 08 ㉠: 커(커져), ㉡: 작아(작아져)
 09 (1) O (2) \times (3) \times 10 (1) (다) (2) (다) (3) (가) 11 6 N

- 01 물체를 C 방향으로 밀었지만 물체는 정지해 있으므로 마찰력은 작용한 힘과 반대 방향인 A 방향으로 작용한다. 빗면 위의 물체가 A 방향으로 운동하므로 마찰력은 C 방향으로 작용한다.
- 02 정지해 있을 때는 물체가 내려가지 않으려는 방향이므로 B 방향이다. 미끄러져 내려갈 때는 힘의 방향과 반대 방향인 B 방향이다. 물체를 밀어 올릴 때는 힘의 방향과 반대 방향인 C 방향으로 마찰력이 작용한다.
- 03 마찰력은 물체의 운동을 방해하는 힘이므로 수레의 운동 방향과 반대 방향으로 작용한다. A~C 지점에서 수레의 운동 방향이 각각 \searrow , \rightarrow , \nearrow 이므로 마찰력의 방향은 각각 \nwarrow , \leftarrow , \swarrow 이다.
- 04 마찰력의 크기는 물체의 무게와 접촉면의 거친 정도에 따라 달라진다.
- 05 나무 도막이 무거울수록, 접촉면이 거칠수록 나무 도막에 작용하는 마찰력이 커진다. 따라서 나무 도막에 작용하는 마찰력의 크기는 (라) > (다) > (가) = (나)이다.
- 06 접촉면이 거칠수록 마찰력의 크기가 크다. 나무 도막의 무게와 바닥과의 접촉면의 넓이는 같고, 접촉면의 거칠기만 다른 실험을 비교해야 한다.
- 07 부력은 중력 방향과 반대 방향으로 작용한다. 중력이 지구 중심 방향으로 작용하므로 부력은 위쪽으로 작용한다.
- 08 잠수함 탱크에 물을 넣으면 무게가 무거워져 (중력 > 부력) 잠수함은 가라앉고, 물을 빼면 가벼워져 (중력 < 부력) 위로 떠오른다.
- 09 부력은 중력 방향과 반대 방향으로 작용하고, 물체에 작용하는 중력이 부력보다 크면 물체가 아래로 가라앉는다.

10 용수철저울에 매단 추를 물속에 넣으면 부력이 작용하여 부력의 크기만큼 저울의 눈금이 작아진다. 물에 잠긴 물체의 부피가 클수록 부력이 크다.

11 부력의 크기는 물속에서 감소한 물체의 무게와 같으므로 $8\text{ N} - 2\text{ N} = 6\text{ N}$ 이다.

실력 다지기

p.24~27

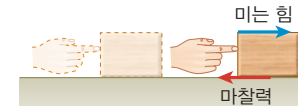
01 ④ 02 ② 03 ② 04 ④ 05 ②
 06 ⑤ 07 ③ 08 ① 09 ② 10 ④
 11 ③ 12 ⑤ 13 ③ 14 ③ 15 ④
 16 ② 17 ③ 18 ③ 19 ⑤ 20 ②, ⑤
 21 ④ 22 ⑤ 23 ②

- 01 **답** ④ | 마찰력은 두 물체의 접촉면에서 물체의 운동을 방해하는 힘이므로, 물체가 운동하거나 운동하려는 방향과 반대 방향으로 작용한다. 자동차 바퀴에 체인을 감는 것은 마찰력을 크게 하여 이용하는 경우이다.
- 02 **답** ② | 마찰력은 물체가 운동하거나 운동하려는 방향과 반대 방향으로 작용한다. (가)는 운동 방향이 C 쪽이므로 A 쪽으로 마찰력이 작용하고, (나)는 운동 방향이 E 쪽이므로 B 쪽으로 마찰력이 작용한다.

+ 플러스 특강 마찰력의 방향



• 물체가 운동할 때: 물체의 운동 방향과 반대 방향으로 마찰력이 작용한다.



• 물체가 정지해 있을 때: 물체에 가한 힘의 반대 방향으로 마찰력이 작용한다.

03 **답** ② | 나무 도막을 밀어 올리는 경우 마찰력은 A 방향으로 작용한다. 나무 도막이 정지해 있는 경우 마찰력은 B 방향으로 작용한다.

개념 바로 알기

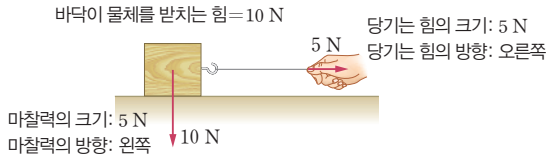
ㄷ. 나무 도막이 미끄러져 내려오는 경우 마찰력은 B 방향으로 작용한다.

04 **답** ④ | 물체에 힘이 작용해도 물체가 움직이지 않는 까닭은 물체에 작용하는 힘의 방향과 반대 방향으로 마찰력이 작용하기 때문이다. 따라서 나무 도막을 당기는 힘의 크기가 5 N

이므로 나무 도막에 작용하는 마찰력의 크기도 5 N이다.

- 05 답 ②** | 물체에 힘이 작용해도 물체가 정지해 있을 때 마찰력의 크기는 물체에 작용한 힘의 크기와 같고, 마찰력의 방향은 작용한 힘의 방향과 반대 방향이다.

자료 분석 마찰력의 크기와 방향



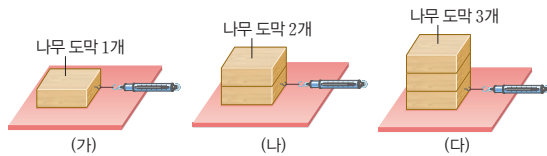
- 06 답 ⑤** | 나무 도막이 움직일 때 나무 도막의 운동 방향과 마찰력의 방향은 반대 방향이다.
- 07 답 ③** | 마찰력의 크기는 접촉면의 넓이와 관계없고, 무게가 무거울수록 크다. 따라서 마찰력의 크기는 (다) > (나) = (가) 순이다.
- 08 답 ①** | 마찰력의 크기는 접촉면의 넓이와는 관계없고, 접촉면의 거칠기와 물체의 무게에 비례한다. 즉, 마찰력의 크기는 (다) > (가) > (나) = (라)이다.

개념 바로 알기

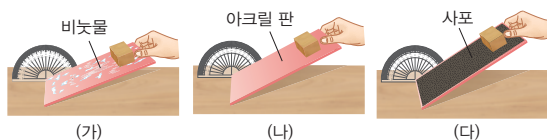
ㄷ. 마찰력의 크기는 접촉면의 넓이와는 관계없다.
ㄹ. 마찰력의 크기는 (다) > (가) > (나) = (라) 순이다.

- 09 답 ②** | 마찰력의 크기와 나무 도막 무게 사이의 관계를 알아보기 위해서는 접촉면의 거칠기와 접촉면의 넓이는 같고, 나무 도막의 무게만 달라야 한다.
- 10 답 ④** | 나무 도막이 미끄러지기 시작할 때의 각도가 클수록 마찰력이 큰 것이다.

+ 플러스 특강 마찰력의 크기에 영향을 주는 요인



- 마찰력의 크기: (가) < (나) < (다)
- 물체의 무게가 무거울수록 마찰력의 크기가 크다.



- 마찰력의 크기: (가) < (나) < (다)
- 마찰력이 클수록 물체가 미끄러지는 순간 빗면의 기울기가 크다.

- 11 답 ③** | 접촉면의 거칠기에 따라 마찰력의 크기가 크다는 것을 알 수 있다.

개념 바로 알기

- ① 무거운 물체일수록 마찰력의 크기가 크다.
② 마찰력이 클수록 물체가 잘 미끄러지지 않는다.
④ 미끄러지기 시작할 때 빗면의 각도가 클수록 마찰력이 크다.
⑤ 마찰력의 크기는 물체의 무게에 비례한다.

- 12 답 ⑤** | 볼펜의 손잡이를 고무로 만드는 것, 체조 선수가 손에 헛가루를 묻히는 것, 기울기가 가파른 길에 미끄럼 방지 포장을 하는 것은 마찰력을 크게 하는 경우이다.

개념 바로 알기

ㄱ. 자전거 체인에 기름을 칠하는 것은 마찰력을 작게 하는 경우이다.

+ 플러스 특강 마찰력의 이용

마찰력을 크게 하는 경우

- 바닥이 거친 등산화를 신는다.
- 볼펜의 손잡이를 고무로 만든다.
- 자동차 타이어에 체인을 감는다.
- 체조 선수가 손에 헛가루를 묻힌다.

마찰력을 작게 이용하는 경우

- 스케이트나 스키를 탄다.
- 자전거 체인에 기름을 칠한다.
- 수영장의 미끄럼틀에 물을 뿌린다.

- 13 답 ③** | 부력은 액체나 기체가 그 속에 들어 있는 물체를 위쪽으로 밀어 올리는 힘으로 중력과 항상 반대 방향으로 작용하며, 공기 중에서도 물체의 부력은 작용한다.

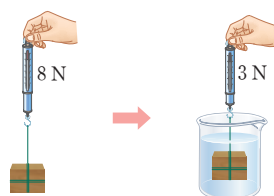
+ 플러스 특강 부력의 방향



액체나 기체에서 모두 부력은 중력과 반대 방향인 위쪽 방향으로 작용한다.

- 14 답 ③** | 물속에서 작용하는 부력의 크기는 물속에서 가벼워진 물체의 무게와 같으므로 $8 \text{ N} - 3 \text{ N} = 5 \text{ N}$ 이다.

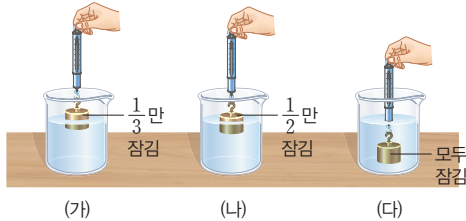
자료 분석 부력의 크기 측정



공기 중에서 물체의 무게(8 N)
— 물속에서 물체의 무게(3 N)
= 부력의 크기(5 N)
→ 부력의 크기는 공기 중과 물속에서의 물체의 무게 차이와 같다.

- 15 **답** ④ | 물속에서 추에 작용하는 부력의 크기는 물속에서 가벼워진 물체의 무게와 같으므로 2 N이다.
- 16 **답** ② | 물속에 잠긴 추 (가)에 중력과 반대 방향인 위쪽 방향으로 부력이 작용하여 추의 무게가 가벼워지므로 막대 (나) 쪽으로 기울어진다.
- 17 **답** ③ | 세 물체가 모두 물속에 가라앉았으므로 각 물체의 부피에 해당하는 물의 무게만큼의 부력이 각 물체에 작용한다. 물속에 잠긴 물체의 부피가 클수록 물속에서 물체에 작용하는 부력의 크기가 크다. 따라서 A~C 세 물체가 물속에 모두 가라앉았을 때 물체에 작용하는 부력의 크기는 $B > A > C$ 순이다.
- 18 **답** ③ | 물속에서 물체에 작용하는 부력의 크기는 넘친 물의 무게와 같다. 넘친 물 200 mL의 무게인 2 N의 부력이 물체에 작용한다.
- 19 **답** ⑤ | 부력의 크기는 공기 중에서의 물체의 무게와 물속에서의 물체의 무게 차이이다. 따라서 부력의 크기는 (가) < (나) < (다) 순이다.

+ 플러스 특강 부력의 크기



- 용수철저울의 눈금: (가) > (나) > (다) → 물체가 물에 잠긴 부피가 클수록 위쪽으로 밀어 올리는 힘이 더 크게 작용하기 때문에 용수철저울의 눈금이 더 많이 줄어든다.
- 추에 작용하는 부력의 크기: (가) < (나) < (다) → 물체가 물에 잠긴 부피가 클수록 부력의 크기가 크다.

- 20 **답** ②, ⑤ | (가)는 물에 잠긴 부피가 커서 부력의 크기가 크기 때문에 물 위에 뜨고, (나)는 물에 잠긴 부피가 작아서 부력이 작기 때문에 물속으로 가라앉는다.
- 21 **답** ④ | 고무풍선을 손으로 눌렀다 놓으면 원래 모양으로 되돌아오는 것은 탄성력에 의한 현상이다.
- 22 **답** ⑤ | 물체가 무거울수록, 접촉면이 거칠수록 마찰력이 커진다. 나무 도막의 무게가 2배가 되면 마찰력의 크기도 2배가 된다.

개념 바로 알기

- ① (나)에 마찰력이 작용한다.
- ② (가)에서의 마찰력이 (나)에서보다 작다.

- ③ (나)에서 나무 도막의 좁은 면을 바닥에 닿게 해도 마찰력의 크기는 변하지 않는다.
- ④ (가)와 (나)를 비교하면 마찰력의 크기와 접촉면의 거친 정도 사이의 관계를 알 수 있다.

- 23 **답** ② | 물체가 받은 부력의 크기는 액체 A 속에서 2 N이고, 액체 B 속에서 3 N이다. 따라서 물체의 무게가 액체 A 속에서는 2 N이고, 액체 B 속에서 1 N이다.

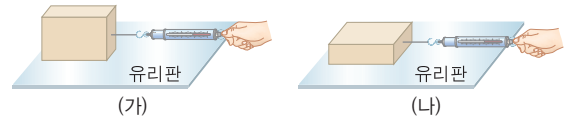
서술형 다지기

p.28

- 01 **모범 답안** (1) (다)와 (라), 물체의 무게만 다르고 접촉면의 거칠기, 접촉면의 면적은 같아야 하기 때문이다.
- (2) (라) > (다) > (가) = (나)

	채점 기준	배점
(1)	물체의 무게에 따른 마찰력의 크기 관계를 알아 보기 위한 실험을 고르고, 그 까닭을 모두 옳게 서술한 경우	50 %
	물체의 무게에 따른 마찰력의 크기 관계를 알아 보기 위한 실험만 옳게 쓴 경우	25 %
(2)	(가)~(라)에서 나무 도막에 작용하는 마찰력의 크기를 옳게 나타낸 경우	50 %

+ 플러스 특강 접촉면의 넓이와 마찰력의 크기



- 접촉면의 넓이: (가) < (나)
- 접촉면의 넓이가 다른 (가)와 (나)에서 용수철저울의 눈금은 같기 때문에 마찰력의 크기는 접촉면의 넓이와는 관련이 없음을 알 수 있다.
- 마찰력의 크기: (가) = (나)

- 02 **모범 답안** (1) (다) > (가) > (나)
- (2) 빗면 위의 병뚜껑에 작용하는 마찰력의 크기는 접촉면이 거칠수록 커진다.

	채점 기준	배점
(1)	병뚜껑이 미끄러질 때의 각도가 큰 순서를 옳게 나열한 경우	50 %
(2)	병뚜껑에 작용하는 마찰력의 크기와 접촉면의 거칠기 사이의 관계를 옳게 서술한 경우	50 %

03 무거운 물체일수록 물에 잠긴 부피가 커지므로 부력의 크기도 커져 배가 가라앉지 않는다.

모범 답안 (1) (나) 배에 작용하는 부력의 크기가 (가) 배에 작용하는 부력의 크기보다 크다.

(2) (나) 배의 무게가 (가) 배보다 크기 때문에 (나) 배가 (가) 배보다 물에 많이 잠긴다. 물에 잠긴 부피가 클수록 부력의 크기도 커지므로 (나) 배에 작용하는 부력의 크기가 (가) 배에 작용하는 부력의 크기보다 크다.

채점 기준		배점
(1)	(가)와 (나) 배에 작용하는 부력의 크기를 옳게 비교한 경우	50 %
(2)	(나) 배에 작용하는 부력의 크기가 크다고 판단한 까닭을 옳게 서술한 경우	50 %

04 (나)는 (가)보다 물속에 잠긴 추의 부피가 커서 추에 작용하는 부력이 크다. 물속에서 추의 무게=공기 중에서 추의 무게-부력의 크기이므로 용수철저울의 눈금은 (가)가 (나)보다 큰 값을 가리킨다.

모범 답안 (1) (가)

(2) 물속에 잠긴 물체에는 위쪽으로 밀어 올리는 부력이 작용하는데, 부력은 물속에 잠긴 물체의 부피가 클수록 많이 받는다. 그러므로 (가)보다 (나)가 부력을 많이 받기 때문에 물속에서의 무게는 (가)가 (나)보다 더 크다.

채점 기준		배점
(1)	용수철저울의 눈금이 큰 것을 옳게 쓴 경우	50 %
(2)	(가)가 (나)보다 부력을 적게 받는 까닭을 옳게 서술한 경우	50 %

개념 한 걸음 더

P.29

01 ② **02** ③

01 **답** ② | 물체가 빗면을 따라 움직이고 있을 때 빗면과 물체의 접촉면에서 물체의 운동 방향과 반대 방향으로 마찰력이 작용한다.

02 **답** ③ | 물체를 물속에 넣었을 때 밀어낸 물의 무게가 1 N이므로 물체에 작용하는 부력의 크기는 1 N이다. 따라서 용수철저울의 눈금은 4 N - 1 N = 3 N이다.

II | 빛과 파동

03 빛

개념 확인 Quiz

P.32

1 합성 **2** 빨간색, 초록색, 파란색 **3** 반사 **4** 굴절

자료 보고 개념 다지기

P.33-35

- 01** ㉠ 빛, ㉡ 반사 **02** ㄱ, ㄴ **03** A **04** (1) 노란색 (2) 자홍색 (3) 청록색 (4) 흰색(백색광) **05** (1) × (2) ○ (3) ○ (4) ×
06 ㄴ, ㄷ, ㄹ **07** (1) ○ (2) × (3) × (4) ○ **08** 입사각: 30°, 반사각: 30°
09 (1) ㉠ (2) ㉠ (3) ㉠ **10** (1) ○ (2) ○ (3) × (4) ×
11 (1) ○ (2) ○ (3) × (4) × **12** ㉡ **13** ㉠ 볼록, ㉡ 오목
14 ㉠ **15** (1) 오 (2) 볼 (3) 볼 (4) 오

01 광원인 물체는 광원에서 나온 빛이 눈으로 들어오기 때문에 보이고, 광원이 아닌 물체는 광원에서 나온 빛이 물체에서 반사되어 눈에 들어오기 때문에 보인다.

02 달은 태양 빛을 반사시켜 빛을 내는 물체이고, 거울은 빛을 반사시켜 물체의 모습을 비추어 보는 물체이므로 광원이 아니다.

03 촛불에서 나온 빛이 눈으로 들어오면 사람 B는 촛불을 볼 수 있고, 촛불에서 나온 빛이 거울에서 반사된 후 눈으로 들어올 때 사람 C도 촛불을 볼 수 있다. 사람 A는 촛불이 아니라 책을 볼 수 있다.

04 빨간색과 초록색을 합성하면 노란색(A), 빨간색과 파란색을 합성하면 자홍색(B), 파란색과 초록색을 합성하면 청록색(C), 빨간색, 파란색, 초록색을 합성하면 흰색(D)이 된다.

05 빛은 합성할수록 밝아지고, 빨간색 빛과 초록색 빛을 합성하면 노란색 빛이 된다.

06 빨간색과 청록색, 파란색과 노란색은 서로 보색 관계로 빛을 합성하면 흰색(백색광)이 된다. 빛의 삼원색인 빨강, 초록, 파랑을 모두 합성하면 흰색(백색광)이 된다.

자료 분석 백색광이 되는 경우(보색 관계)

두 가지 색의 빛을 합성하여 흰색(백색광)이 되는 두 색의 관계를 보색이라고 한다.

- 빨간색 + 청록색 = 흰색
 - 초록색 + 자홍색 = 흰색
 - 파란색 + 노란색 = 흰색
- 「보색 관계」

07 거울 면과 수직인 선을 법선이라고 하며, A가 35°일 때 반

사각은 55° 이다.

08 반사각은 법선과 반사 광선이 이루는 각이므로 $90^\circ - 60^\circ = 30^\circ$ 이며, 입사각과 반사각의 크기는 항상 같으므로 입사각도 30° 이다.

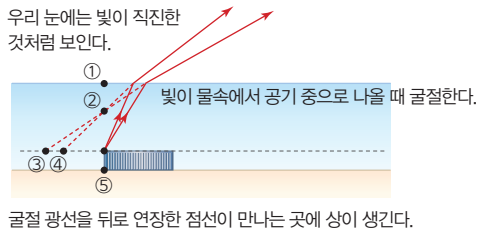
09 평면거울의 상의 모습은 실물과 같은 크기의 상으로 보인다. 볼록 거울에 물체를 가까이 놓았을 때는 물체보다 작고 바로 선 상으로 보인다. 오목 거울에 물체를 가까이 놓았을 때는 물체보다 크고 바로 선 상으로 보인다.

10 오목 거울은 거울과 물체 사이의 거리가 가까우면 상이 물체보다 크게 보이고, 볼록 거울은 나란하게 입사한 빛이 거울에서 반사되어 넓게 퍼진다.

11 입사각이 커지면 굴절각도 커지고, 빛이 공기에서 물로 진행할 때 입사각은 굴절각보다 크다.

12 굴절한 두 빛이 지나는 경로를 뒤로 연장한 점선이 만나는 곳에 동전이 있는 것처럼 보인다.

자료 분석 빛의 굴절



13 볼록 렌즈로는 거리에 따라 바로 선 상이나 거꾸로 선 상을 모두 볼 수 있고, 오목 렌즈로는 항상 물체보다 작고 바로 선 상만을 볼 수 있다.

14 물체와 볼록 렌즈에서 멀리 있을 때 물체보다 작고 거꾸로 뒤집혀 보인다.

15 볼록 렌즈는 빛이 렌즈에 굴절하여 한 곳에 모이고 원시 교정용 안경에 이용된다. 오목 렌즈는 빛이 렌즈에 굴절하여 퍼져 나가고 근시 교정용 안경에 이용된다.

자료 분석 시력 교정용 안경



▲ 원시 교정용 안경

▲ 근시 교정용 안경

- 원시 교정용 안경: 가까이 있는 물체가 잘 안 보일 때 사용
- 근시 교정용 안경: 멀리 있는 물체가 잘 안 보일 때 사용

탐구 대표문제

p.36~37

I 탐구 ④

p.36

01 ④

02 ⑤

01 **답** ④ | (가)는 오목 거울, (나)는 볼록 거울이다. (나)는 평행하게 입사한 빛이 넓게 퍼져 넓은 범위를 볼 수 있다.

개념 바로 알기

① (가)는 오목 거울, (나)는 볼록 거울이다.

② (가)는 물체를 멀리 하면 어느 순간 거꾸로 선 상이 생긴다.

③ (가)는 물체와 거울 사이가 멀어지면 어느 순간 상이 거꾸로 보이며, 그 이후에는 상의 크기가 점점 작아진다.

⑤ (나)는 거리에 관계없이 항상 물체보다 작고 바로 선 상이 생긴다.

02 **답** ⑤ | 볼록 거울은 거울과 물체 사이의 거리에 관계없이 항상 물체보다 작고 바로 선 상이 생기고, 오목 거울은 가까이 있는 물체는 물체보다 크고 바로 선 상, 멀리 있는 물체는 물체보다 작고 거꾸로 선 상이 생긴다.

개념 바로 알기

ㄱ. 볼록 거울은 가까이 있는 물체가 바로 선 모양으로 물체보다 작게 보인다.

I 탐구 ⑥

p.37

01 ⑤

02 해설 참조 03 ④

01 **답** ⑤ | 제시된 그림은 볼록 렌즈로, 관찰한 상의 모습을 나타낸 것이다. 현미경에서 작은 물체를 크게 확대하는 역할을 하는 것은 볼록 렌즈이다.

개념 바로 알기

① 볼록 렌즈로 본 모습이다.

② 원시 교정용 안경에 이용된다.

③ 볼록 거울처럼 빛이 한 점에 모인다.

④ 가장자리보다 가운데 부분이 두꺼운 렌즈이다.

02 볼록 렌즈로 가까이 있는 인형을 보면 인형보다 크고 바로 선 상이 생기며, 멀리 있는 인형을 보면 거꾸로 선 상이 생긴다.

모범 답안

볼록 렌즈에 가까이 있을 때는 인형보다 크고 바로 선 상으로 보이고, 인형이 멀어지면 어느 순간 상이 거꾸로 보이며, 그 이후에는 상의 크기가 더 작아진다.

채점 기준	배점
볼록 렌즈로 본 물체의 상의 크기와 모양을 모두 옳게 서술한 경우	100 %
둘 중 하나만 서술한 경우	50 %

- 03 답 ④** | 가까운 물체가 바로 선 모양으로 크게 보이는 (가)는 볼록 렌즈이고, 바로 선 모양으로 작게 보이는 (나)는 오목 렌즈이다. (가) 렌즈는 빛이 굴절하여 한 점에 모이고, (나) 렌즈는 빛이 굴절하여 빛이 퍼져 나간다.

개념 바로 알기

- (가)는 볼록 렌즈, (나)는 오목 렌즈이다.
- (가) 렌즈는 멀리 있는 물체가 거꾸로 선 상으로 보인다.
- (나) 렌즈는 멀리 있는 물체가 바로 선 상으로 보인다.
- 멀리 있는 물체를 (가) 렌즈로 보면 작고 거꾸로 선 상이 보이고, (나) 렌즈로 보면 작고 바로 선 상이 보인다.

실력 다지기

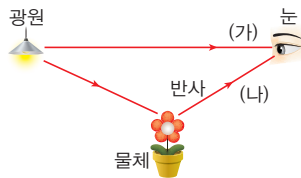
P.38~41

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

- 01 답 ④** | 빛이 직진하다가 장애물을 만나면 그 뒤에 빛이 도달하지 못하여 그림자가 생긴다.

- 02 답 ⑤** | (가)에서 전등을 볼 때 빛의 경로는 전등 → 눈이고, (나)에서 책을 볼 때 빛의 경로는 전등 → 책 → 눈이다. 책은 전등(광원)에 나온 빛을 반사하기 때문에 볼 수 있다.

+ 플러스 특강 물체를 보는 과정



- (가): 광원인 전등을 볼 때는 광원에서 나온 빛이 눈에 직접 들어와 광원을 본다.
- (나): 광원이 아닌 물체를 볼 때는 광원(전등)에서 나온 빛이 물체에서 반사되어 우리 눈에 들어오기 때문에 물체를 볼 수 있다.

- 03 답 ④** | 광원에서 나온 빛이 물체에서 반사되어 우리 눈에 들어오기 때문에 물체를 볼 수 있다.

- 04 답 ④** | 같은 세기의 빨간색과 초록색을 합성하면 노란색이 된다.

- 05 답 ③** | C는 청록색으로 빛을 합성할수록 밝아진다. 따라서 초록색 빛보다 C의 빛이 더 밝다.

+ 플러스 특강 빛의 삼원색의 합성



- 빨간색 + 초록색 = 노란색
- 빨간색 + 파란색 = 자홍색
- 초록색 + 파란색 = 청록색
- 빨간색 + 초록색 + 파란색 = 흰색(백색광)

- 빛의 삼원색은 빨간색, 초록색, 파란색이다.
- 빛의 삼원색을 합성하면 다양한 색을 만들 수 있다.

- 06 답 ①** | 흰색 공에 빨간색과 초록색 빛을 함께 비추면 노란색을 나타내고, 초록색과 파란색 빛을 함께 비추면 청록색이 나타난다.

- 07 답 ⑤** | 모든 색의 빛을 흡수한 물체는 반사하는 빛이 없으므로 검은색으로 보인다.

- 08 답 ②** | 빨간색 사과를 초록색 조명 아래에서 보면 초록색 빛을 흡수하여 검은색으로 보이고, 초록색 잎을 파란색 조명 아래에서 보면 파란색 빛을 흡수하므로 검은색으로 보인다.

- 09 답 ③** | 이 옷은 초록색 빛을 흡수하고 빨간색과 파란색 빛을 반사하므로, 햇빛 아래에서는 빨간색과 파란색 빛을 반사하여 자홍색으로 보인다.

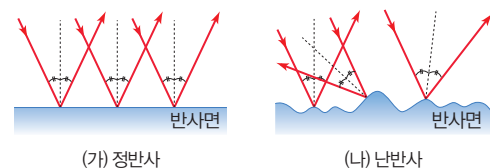
- 10 답 ④** | 입사각과 반사각의 크기는 항상 같으므로, 입사각이 커지면 반사각도 커진다.

개념 바로 알기

- 입사각은 $90^\circ - 40^\circ = 50^\circ$ 이다.
- 법선은 거울 면에 수직이다.
- 입사각이 커지면 반사각도 커지므로 A는 작아진다.
- 빛이 정반사되므로 한 곳에서만 볼 수 있다.

- 11 답 ③** | (가)는 정반사로 빛을 한 방향에서만 볼 수 있다.

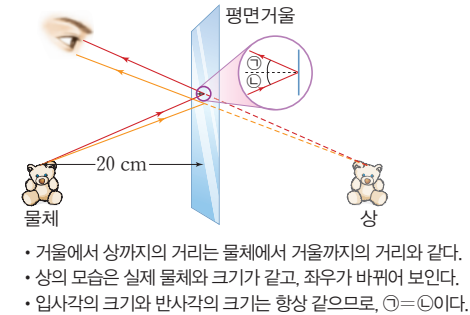
+ 플러스 특강 정반사와 난반사



- 정반사: 매끄러운 표면에 입사한 빛이 일정한 방향으로 반사되는 것으로, 반사면에 물체가 비친다. 예) 거울, 잔잔한 수면 등
- 난반사: 울퉁불퉁한 표면에 입사한 빛이 여러 방향으로 반사되는 것으로, 반사면에 물체가 비치지 않는다. 예) 종이, 극장의 스크린 등

- 12 답 ⑤ | 물체의 한 점에서 두 방향으로 나간 두 빛이 평면거울에서 반사되고, 이 두 반사 광선을 거울 뒤로 연장한 선이 만나는 곳에 상이 생긴다. 반사 광선을 거울 뒤로 연장한 선이 만나는 곳에 상이 생긴다.

자료 분석 평면거울에 의한 상



- 13 답 ④ | 그림은 오목 거울에 의한 상으로 손가락의 오목한 면과 같은 모양이다. 오목 거울은 물체를 거울에서 멀리하면 물체보다 작고 거꾸로 선 상이 보인다.

개념 바로 알기

- ㄱ. 오목 거울은 나란하게 입사한 빛이 거울에 반사되어 한 점에 모인다.
ㄴ. 물체와 거울과의 거리에 관계없이 항상 물체보다 작은 상이 생기는 것은 볼록 거울이다.

- 14 답 ③ | (가)는 나란하게 입사한 빛이 반사되어 넓게 퍼지므로 볼록 거울이고, (나)는 나란하게 입사한 빛이 반사되어 한 점에 모이므로 오목 거울이다. 볼록 거울은 물체와 거울 사이의 거리에 관계없이 항상 바로 선 상이 생긴다. 오목 거울은 자동차 전조등, 반사 망원경 등에 이용된다.

개념 바로 알기

- ㄷ. (나)는 물체와 거울 사이의 거리가 멀어지면 물체보다 작고 거꾸로 선 상이 생긴다.

자료 분석 볼록 거울과 오목 거울

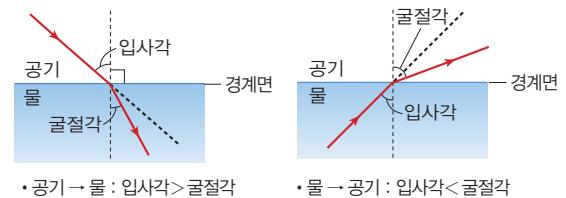
구분	볼록 거울	오목 거울
빛의 반사		
빛이 넓게 퍼진다.		빛이 한 점에 모인다.
상의 모습	거울과 물체 사이의 거리에 관계없이 항상 작고 바로 선 상	• 가까울 때: 크고 바로 선 상 • 멀 때: 작고 거꾸로 선 상
이용	자동차 측면 거울, 방범용 거울, 편의점 보안 거울 등	자동차의 전조등, 반사 망원경, 체화경 등

- 15 답 ③ | 빛이 물질의 경계면에서 굴절하는 까닭은 각 물질에서 빛의 속력이 다르기 때문이다. 빛이 다른 물질로 입사할 때 입사각이 커지면 굴절각도 커진다. 굴절각은 법선과 굴절 광선이 이루는 각이다.

- 16 답 ④ | 굴절 광선과 법선이 이루는 C가 굴절각이며, A의 입사각이 커지면 B의 반사각과 C의 굴절각은 커진다.

- 17 답 ⑤ | 빛이 공기 중에서 물속으로 들어갈 때는 굴절각이 입사각보다 작지만, 물속에서 공기 중으로 나올 때는 굴절각이 입사각보다 크다. 따라서 (가)는 굴절각이 입사각보다 작은 C 방향으로 굴절되고, (나)는 굴절각이 입사각보다 큰 C 방향으로 굴절된다.

+ 플러스 특강 빛의 속력과 굴절각



- 18 답 ④ | ㄱ, ㄴ은 빛의 반사를 이용한 예이다.

- 19 답 ⑤ | (가)는 볼록 렌즈이고, (나)는 오목 렌즈이다. (나)의 오목 렌즈는 거리에 관계없이 항상 물체보다 작고 똑바로 선 상이 생긴다.

- 20 답 ③ | 볼록 렌즈로 가까이 있는 물체를 보면 실제보다 크고 바로 선 상으로 보인다.

개념 바로 알기

- ① 볼록 렌즈는 빛이 굴절하여 한 점에 모인다.
② 오목 렌즈는 빛이 굴절하여 퍼져 나간다.
④ 오목 렌즈는 멀리 있는 물체가 작고 바로 선 상으로 보인다.
⑤ 볼록 렌즈는 원시용 안경에 이용되고, 오목 렌즈는 근시용 안경에 이용된다.

자료 분석 볼록 렌즈와 오목 렌즈

볼록 렌즈	오목 렌즈
빛이 굴절하여 한 점에 모인다.	빛이 굴절하여 퍼져 나간다.
가까울 때: 물체보다 크고 바로 선 상 멀 때: 물체보다 작고 거꾸로 선 상 원시용 안경, 망원경 등	거리와 관계없이 항상 물체보다 작고 바로 선 상 근시용 안경, LED 등

- 21 답 ②** | 빨간색과 파란색을 동시에 비추면 빨간색만 반사하여 사과는 빨간색으로 보인다. 사과에 초록색만 비추면 반사하는 빛이 없어 검은색으로 보인다.

개념 바로 알기

- ㄱ. 빨간색, 초록색, 파란색 빛을 동시에 비추면 빨간색만 반사하여 사과는 빨간색으로 보인다.
 ㄴ. 빨간색과 초록색을 동시에 비추면 사과는 빨간색으로 보인다.
 ㄷ. 사과에 파란색만 비추면 검은색으로 보인다.

+ 플러스 특강 조명에 따른 물체의 색

- 조명에 따른 물체의 색을 찾는 법
 - ① 빛의 삼원색 중에서 물체에서 반사되는 빛의 색을 찾는다.
 - ② 빛의 삼원색 중에서 조명의 색에 포함되어 있는 빛의 색을 찾는다.
 - ③ 물체는 ①, ②에 모두 포함되어 있는 색으로 보이며, 모두 포함된 색이 없으면 물체는 검은색으로 보인다.
- 조명에 따른 물체의 색

구분	빨간색 조명	노란색 조명	파란색 조명
빨간색 사과	빨간색 반사 → 빨간색으로 보임	빨간색 반사 → 빨간색으로 보임	반사하는 빛 없음 → 검은색으로 보임
초록색 잎	반사하는 빛 없음 → 검은색으로 보임	초록색 반사 → 초록색으로 보임	반사하는 빛 없음 → 검은색으로 보임
노란색 바나나	빨간색 반사 → 빨간색으로 보임	빨간색, 초록색 반사 → 노란색으로 보임	반사하는 빛 없음 → 검은색으로 보임
파란색 옷	반사하는 빛 없음 → 검은색으로 보임	반사하는 빛 없음 → 검은색으로 보임	파란색 반사 → 파란색으로 보임

- 22 답 ②** | 공기에서 물, 유리, 플라스틱으로 빛이 진행할 때 모두 입사각이 굴절각보다 컸으므로 빛의 진행 속력은 공기 중에서 가장 빠르다. (가), (나), (다) 모두 입사각이 커지면 굴절각은 커진다.

개념 바로 알기

- ㄱ. 굴절 정도가 클수록 굴절각은 작다.
 ㄴ. 물에서 플라스틱으로 빛을 진행시킨다면 입사각보다 굴절각이 작다.

서술형 다지기

p.42

- 01** 불투명한 물체는 그 물체가 반사하는 빛의 색으로, 투명한 물체는 그 물체를 통과하는 빛의 색으로 보인다.

모범 답안 (1) 검은색

- (2) 파란색 유리에서는 파란색 빛만 통과하므로 빨간색과 초록색 빛만 반사하는 노란색 꽃은 우리 눈에 검은 색으로 보인다.

	채점 기준	배점
(1)	검은색이라고 옳게 쓴 경우	50 %
(2)	꽃의 색이 검은색으로 보이는 까닭을 옳게 서술한 경우	50 %

- 02 모범 답안** (1) (가) 오목 거울, (나) 볼록 거울
 (2) (가) 오목 거울은 가까이 있을 때 물체보다 큰 상이 생겨 얼굴을 자세히 확대하여 볼 수 있기 때문에 사용되고, (나) 볼록 거울은 물체보다 작은 상이 생겨 넓은 범위를 볼 수 있기 때문에 사용된다.

	채점 기준	배점
(1)	(가)에 오목 거울, (나)에 볼록 거울을 모두 옳게 쓴 경우	50 %
	(가)와 (나) 중 한 가지만 옳게 쓴 경우	25 %
(2)	(가)에 오목 거울, (나)에 볼록 거울이 이용하는 까닭을 모두 옳게 서술한 경우	50 %
	둘 중 한 가지만 옳게 서술한 경우	25 %

- 03** 빛이 공기 중에서 물속으로 진행하면 속력이 느려져 굴절각이 입사각보다 작게 굴절한다.

모범 답안 (1) (나)

- (2) 빛이 공기 중에서 물속으로 진행하면서 속력이 느려지기 (달라지기) 때문이다.

	채점 기준	배점
(1)	(나)라고 옳게 쓴 경우	50 %
(2)	빛이 굴절이 되는 현상을 속력과 관련지어 옳게 서술한 경우	50 %

- 04** 그림에서 제시된 안경은 원시 교정용 안경으로 물체와 렌즈가 가까이 있을 때는 물체보다 크고 바로 선 상이 나타나고, 물체와 렌즈가 멀리 있을 때는 거꾸로 선 상이 나타난다. 그림에서 볼록 렌즈에 물체가 가까이 있으므로 물체보다 크고 바로 선 상이 생기므로 글씨가 커 보이게 된다.

모범 답안 (1) 볼록 렌즈

- (2) 볼록 렌즈에 물체가 가까이 있으면 물체보다 크고 바로 선 상이 생기기 때문이다.

	채점 기준	배점
(1)	볼록 렌즈라고 옳게 쓴 경우	50 %
(2)	글씨가 커 보이는 까닭을 볼록 렌즈와 연관 지어 서술한 경우	50 %

개념 한 걸음 더

p.43

- 01 ①** **02 ②**

- 01 답 ①** | A는 입사각이고, B는 굴절각이다. A가 커지면 B도 커진다. 물 대신 굴절률이 큰 유리를 사용하면 B의 크기가 작아진다.

- 02 답 ②** | 빛이 공기와 물의 경계면에서 굴절하는데, 우리 눈에 빛이 직진한 것처럼 느끼므로 동전이 떠오른 것처럼, 빛이 직진한 것처럼 느낀다.

04 파동

개념 확인 Quiz

p.45

- 1 파동 2 횡파, 종파 3 소리(음파) 4 소리의 세기, 소리의 높낮이, 음색

자료 보고 개념 다지기

p.46~47

- 01 (1) × (2) ○ (3) × (4) ○ 02 (1) 마루: A, 골: C (2) 5 cm (3) 16 cm
03 (1) 횡파 (2) 진폭: 2.5 cm, 파장: 10 cm 04 (1) (가): 횡파, (나): 종파
(2) (나) (3) (가) 05 (라) → (나) → (다) → (가) 06 (1) ○ (2) ○ (3) ○ (4) × (5) ×
07 (1) (다) (2) (라) (3) (라) 08 (1) (가) (2) (가), (다) (3) (가), (나)

01 파동이 진행할 때 매질은 파동과 함께 이동하지 않고 제자리에서 진동만 한다. 파동에서 가장 높은 부분이 마루, 가장 낮은 부분이 골이다.

02 파동에서 가장 높은 부분이 마루이고 가장 낮은 부분이 골이므로 마루는 A, 골은 C이다. 진폭은 진동 중심에서 마루나 골까지의 거리이므로 5 cm이다. 매질의 한 점이 1회 진동하는 시간(주기) 동안 이동한 거리는 파장이다. 이 파동의 파장은 마루에서 다음 마루까지, 또는 골에서 다음 골까지의 거리이므로 16 cm이다.

03 용수철을 위아래로 흔들면, 파동의 진행 방향과 용수철의 진동 방향이 수직인 횡파가 발생한다. 진폭은 진동의 중심에서 마루나 골까지의 수직 거리이므로 2.5 cm이고, 파장은 마루에서 이웃한 마루까지의 거리이므로 10 cm이다.

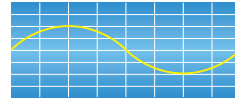
04 (가)는 횡파, (나)는 종파이다. 매질의 진동 방향과 파동의 진행 방향이 서로 수직인 파동을 횡파라고 하고, 매질의 진동 방향과 파동의 진행 방향이 나란한 파동을 종파라고 한다. 물결과, 빛, 전파, 지진파 S파는 횡파로 (가)에 해당한다.

05 북을 치면 막이 진동하면서 주위의 공기를 진동시킨다. 이때 공기의 진동이 사방으로 퍼져 나가 고막을 진동시키면서 소리를 들을 수 있다.

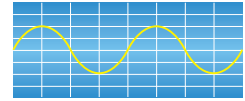
06 소리는 기체, 액체, 고체 상태에서 매질을 통해 전달된다. 공기가 없는 우주 공간에서는 매질이 없어 소리가 전달되지 않는다.

07 진폭이 가장 큰 (다)의 소리가 가장 큰 소리이고, 진폭이 가장 작은 (라)의 소리가 가장 작은 소리이다. 진동수가 가장 큰 (라)의 소리가 가장 높은 소리이다.

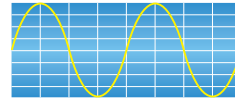
자료 분석 소리의 파형 분석



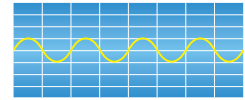
(가)



(나)



(다)

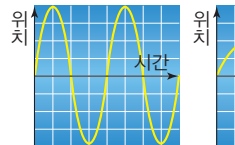


(라)

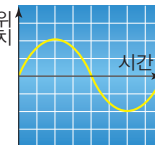
- (가)와 (나)는 진폭이 같으므로 소리의 크기가 같다.
- (나)와 (다)는 진동수가 같으므로 소리의 높낮이가 같다.
- (다)는 진폭이 가장 크므로 가장 큰 소리이다.
- (라) 진동수가 가장 크므로 가장 높은 소리이다.

08 소리의 크기는 진폭, 소리의 높낮이는 진동수, 음색은 파형에 따라 달라진다. 진폭이 가장 큰 (가)가 가장 큰 소리이고, 진동수가 같은 (가)와 (다)는 높낮이가 서로 같은 소리이다. 파형이 같은 (가)와 (나)는 같은 음색의 소리이다.

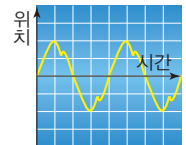
자료 분석 소리의 파형 분석



(가)



(나)



(다)

- (가)는 진폭이 가장 크므로 가장 큰 소리이다.
- (가)와 (다)의 진동수가 같으므로 소리의 높낮이가 같다.
- (가)와 (나)의 진폭이 같으므로 소리의 크기가 같다.
- (나)는 진동수가 가장 작으므로 가장 낮은 소리이다.

탐구 대표 문제

p.49

- 01 ④ 02 ③ 03 ④, ⑤ 04 ③ 05 ④

01 **답** ④ | 용수철을 위아래로 흔들면 횡파가 발생한다. 이때 용수철을 크게 흔들수록 진폭이 커지고, 용수철을 빨리 흔들수록 진동수가 커진다. 파동이 전달될 때 리본은 용수철과 함께 진동만 할 뿐 파동을 따라 이동하지 않는다.

02 **답** ③ | 파동이 진행할 때 파동을 전달하는 물질인 매질은 함께 이동하지 않지만, 파동이 가지고 있는 에너지는 파동과 함께 이동한다.

03 **답** ④, ⑤ | 용수철을 앞뒤로 흔들면 파동의 진행 방향과 매질의 진동 방향이 나란한 종파가 만들어진다. 소리(음파), 초음파, 지진파 P파 등은 종파에 속한다.

04 **답** ③ | 파동의 진행 방향인 오른쪽으로 같은 모양의 파동을 그려 보면 ㉠ 지점에 횡파의 골이 다가와서 아래로 이동하고,

① 지점에는 횡파의 마루가 다가와서 위로 이동한다.

05 답 ④ | (가)와 (나) 모두 용수철을 더 세게 흔들면 진폭이 커진다.

개념 바로 알기

- ① (가)는 횡파, (나)는 종파를 나타낸다.
- ② (가)는 용수철이 제자리에서 좌우로 진동한다.
- ③ (나)에 묶여 있는 리본은 파동을 따라 이동하지 않는다.
- ⑤ (가)와 (나) 모두 용수철을 더 빠르게 흔들면 진동수가 커진다.

실력 다지기 p.50-53

- | | | | | |
|------|------|------|------|------|
| 01 ② | 02 ① | 03 ② | 04 ③ | 05 ④ |
| 06 ④ | 07 ④ | 08 ③ | 09 ④ | 10 ⑤ |
| 11 ③ | 12 ② | 13 ③ | 14 ③ | 15 ③ |
| 16 ④ | 17 ② | 18 ① | 19 ④ | 20 ③ |
| 21 ⑤ | | | | |

01 답 ② | 파동은 한 곳에 생긴 진동이 주변으로 퍼져 나가는 현상으로, 파동이 진행할 때 에너지가 함께 전달된다.

개념 바로 알기

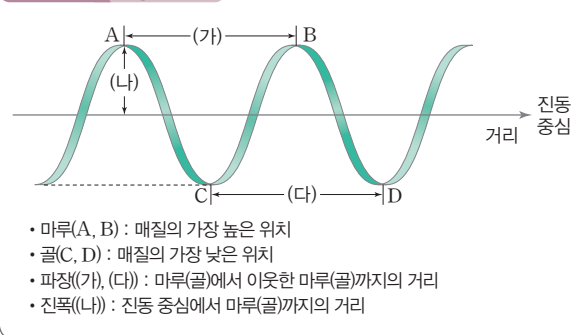
- ① 파동은 물체가 진동하며 발생한다.
- ③ 파동은 진행하면서 에너지를 전달한다.
- ④ 파동이 전달될 때 매질은 함께 이동하지 않는다.
- ⑤ 빛과 전파는 매질 없이 전달된다.

02 답 ① | 물결파가 진행할 때 매질인 물은 제자리에서 진동만 할 뿐 파동을 따라 이동하지 않는다. 따라서 물 위에 떠 있는 공은 처음 위치에서 위아래로 진동만 한다.

03 답 ② | 큰 소리에 창문이 흔들리거나 파도에 의해 해안이 깎여 절벽이 되는 것은 파동이 이동할 때 에너지도 함께 이동하기 때문이다.

04 답 ③ | 진폭은 마루(또는 골)에서 진동 중심까지의 거리이므로 A 또는 C의 수직 거리의 $\frac{1}{2}$ 이다.

자료 분석 파동의 모습



05 답 ④ | 용수철의 한 지점이 10초 동안 20번 진동하였으므로 이 파동의 주기는 0.5초이다. 이때 진동수 = $\frac{1}{\text{주기}}$ 이므로 2 Hz이다.

06 답 ④ | 파동이 1초 후 파장만큼만 움직였으므로 이 파장의 주기는 4초이다.

개념 바로 알기

- ① 파동의 파장은 마루에서 마루, 골에서 골까지의 거리로 12 m이다.
- ② 파동의 진폭은 6 m이다.
- ③ 진동수 = $\frac{1}{\text{주기}} = \frac{1}{4\text{초}} = 0.25 \text{ Hz}$ 이다.
- ⑤ 파동의 진행 방향과 매질의 진동 방향이 수직인 횡파이다.

07 답 ④ | A에서 B까지는 $\frac{1}{4}$ 파장이므로 파동이 $\frac{1}{4}$ 파장을 이동하는 데 걸리는 시간이 0.5초이다. 따라서 파동의 주기는 2초이고, 진동수 = $\frac{1}{\text{주기}} = \frac{1}{2} = 0.5 \text{ Hz}$ 이다.

08 답 ③ | 파동의 파장은 1 m이고 주기는 2초이므로, 4초 동안 2 파장의 거리, 즉 2 m 만큼 이동한다.

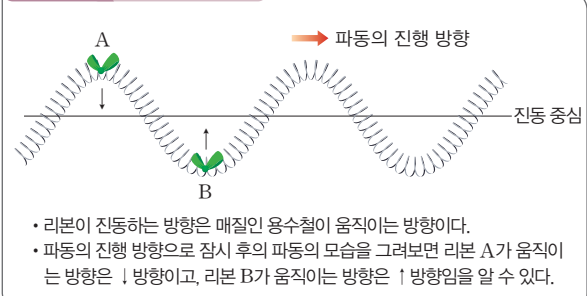
09 답 ④ | (가)에서 줄을 빨리 흔들면 주기와 파장은 짧아지고 진동수는 커진다.

+ 플러스 특강 줄을 흔드는 조건을 다르게 했을 때의 변화

- 줄을 빠르게 흔들면 같은 시간 동안 흔드는 횟수가 증가하므로 진동수가 커지고 주기와 파장이 짧아진다.
 - ➔ 빠르게 흔들기: 진동수 ↑, 주기 ↓, 파장 ↓
 - ➔ 느리게 흔들기: 진동수 ↓, 주기 ↑, 파장 ↑
- 줄을 크게(세게) 흔들면 크게 진동하므로 진폭이 커진다.
 - ➔ 크게(세게) 흔들기: 진폭 ↑
 - ➔ 작게(약하게) 흔들기: 진폭 ↓

10 답 ⑤ | 그림은 매질의 진동 방향과 파동의 진행 방향이 수직인 횡파이다. 리본 A와 B가 다음 순간 움직이는 방향은 A는 ↓, B는 ↑ 방향이다. 리본 A에서 B까지의 거리는 $\frac{1}{2}$ 파장이므로 1 파장은 $6 \text{ cm} \times 2 = 12 \text{ cm}$ 이다.

자료 분석 매질의 진동 방향



- 11 답 ③ | 파동의 진행 방향과 매질의 진동 방향이 수직인 (가)는 횡파이고, 파동의 진행 방향과 매질의 진동 방향이 나란한 (나)는 종파이다. (가)와 (나) 파동의 매질은 용수철이고, 이 용수철을 빠르게 흔들면 진동수가 커진다.

개념 바로 알기

- ㄴ. (가)는 매질의 진동 방향과 파동의 진동 방향이 수직인 횡파이다.
 ㄷ. 횡파의 종류에는 물결과, 빛, 전파, 지진파 S파 등이 있고, 종파의 종류에는 소리, 초음파, 지진파 P파 등이 있다.

- 12 답 ② | 소리는 물체가 진동하면서 주변 공기를 진동시켜 발생한다.

개념 바로 알기

- ① 소리는 기체, 액체, 고체 상태에서 매질을 통해 전달된다.
 ③ 공기가 없는 우주 공간에서는 매질이 없어 소리가 전달되지 않는다.
 ④ 소리의 진행 방향은 매질의 진동 방향과 나란한 방향이다.
 ⑤ 소리는 물체의 진동 → 공기의 진동 → 고막 진동 → 소리 인식을 통해 전달된다.

자료 분석 소리

- 소리: 물체가 진동하면서 발생하고 주로 공기를 매질로 전달되는 파동
- 종류: 매질의 진동 방향과 파동의 진행 방향이 나란한 종파
- 전달 과정: 물체의 진동 → 공기의 진동 → 고막의 진동 → 소리 인식
- 특징: 소리는 공기, 물, 벽, 땅과 같은 매질이 있어야만 전달된다. → 진공에서는 소리를 전달시켜 줄 매질이 없기 때문에 소리를 들을 수 없다.

- 13 답 ③ | (가) 기타줄을 세게 통기면 큰 소리가 나는 것은 소리의 크기인 진폭을 나타내는 것이다. (나) 같은 곡을 바이올린과 플루트로 연주하여도 소리가 구분되는 것은 음색인 파형을 나타내는 것이다. (다) 실로폰으로 높은 음 쪽으로 갈수록 막대의 길이가 짧아지는 것은 소리의 높낮이인 진동수에 따라 달라진다.

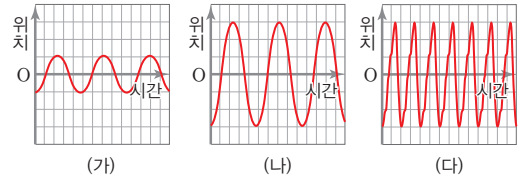
- 14 답 ③ | 진공에서는 소리가 전달되지 않는다. 따라서 용기 안을 진공으로 만들면 용기 안에서 소리가 전달되지 않아 소리를 들을 수 없다.

- 15 답 ③ | 진폭이 클수록 큰 소리, 진동수가 클수록 높은 소리가 난다. (가)는 진폭이 가장 작으므로 가장 작은 소리이다. (가)와 (나)는 진동수가 같으므로 소리의 높낮이가 같다. (나)와 (다)는 진폭이 같으므로 소리의 세기가 같다.

개념 바로 알기

- ㄷ. (가)는 (다)보다 진동수가 작으므로 낮은 소리이다.

자료 분석 소리의 파형

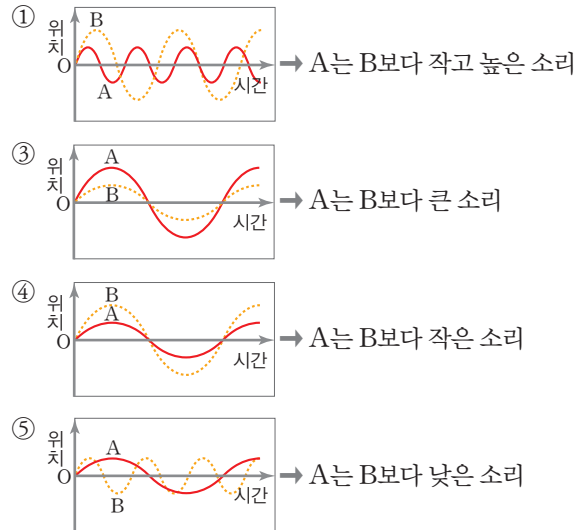


- 진폭과 소리의 세기: 진폭이 클수록 큰 소리가 난다. → 진폭의 순서는 (나)=(다)>(가) 순이다. → (가) 소리가 가장 작고, (나)와 (다)는 소리의 세기가 같다.
- 진동수와 소리의 높낮이: 진동수가 클수록 높은 소리가 난다. → 진동수의 순서는 (다)>(가)=(나) 순이다. → (다) 소리가 가장 높고, (가)와 (나)는 소리의 높낮이가 같다.

- 16 답 ④ | (가)와 (다)는 진동수가 같으므로 소리의 높낮이가 같고, (가)와 (라)는 진폭이 같으므로 소리의 크기가 같은 소리이다. (가)와 (라)는 파형이 다르므로 음색이 다른 소리이다. (나)는 (다)보다 진폭과 진동수가 크므로 크고 높은 소리이고, (가)는 (나)보다 진동수가 작으므로 낮은 소리이다.

- 17 답 ② | A 악기는 B 악기보다 큰 소리가 나므로 진폭이 더 크고, 낮은 소리가 나므로 진동수가 더 작다.

개념 바로 알기



- 18 답 ① | 두 소리는 진폭과 진동수가 같고 파형만 다르기 때문에 소리의 세기와 높낮이는 같고 음색이 다르다.

- 19 답 ④ | 그림은 파형이 다르기 때문에 소리가 서로 다르게 들리는 현상으로 ㄴ, ㄷ은 이와 같은 현상이다.

개념 바로 알기

- ㄱ. 남자의 목소리가 여자보다 낮게 들리는 까닭은 남자의 목소리가 여자보다 진동수가 작기 때문이다.
 ㄷ. 북을 세게 칠 때와 작게 칠 때 소리의 크기가 다른 까닭은

진폭이 다르기 때문이다.

- 20** **답** ③ | A는 마루이고, B는 골이다. 줄을 천천히 흔들면 주기와 파장이 길어진다. 마루 A에서 다음 마루 C까지 이동하는 데 2초가 걸렸다면 한 파장을 이동하는 데 2초가 걸린 것이므로 주기는 2초이다. 따라서 진동수 $= \frac{1}{\text{주기}} = \frac{1}{2\text{s}} = 0.5\text{ Hz}$ 이다.

개념 바로 알기

ㄴ. 파장은 마루에서 다음 마루까지의 거리이므로 1 m이고, 진폭은 파동의 중심에서 골이나 마루까지의 거리이므로 0.4 m이다.

ㄷ. A에 있던 매질은 잠시 후 아래쪽으로 이동한다.

- 21** **답** ⑤ | (라)와 (마)는 진동수가 같으므로 같은 높이의 소리이다.

개념 바로 알기

- ① (가)와 (나)는 진폭은 다르지만 진동수가 같으므로 소리의 높이가 같다.
 ② 진폭이 클수록 큰 소리이므로, (가)~(마) 중 가장 큰 소리는 (나)와 (라)이다.
 ③ 진동수가 적을수록 낮은 소리이므로, (가)~(마) 중 가장 낮은 소리는 (가)와 (나)이다.
 ④ (다)와 (라)는 진폭과 진동수가 모두 다른 소리이다.

서술형 다지기

p.54

- 01** 물결파는 물을 매질로 전달되는 파동이다.

모범 답안 (1) 제자리에서 위아래로 진동한다.

(2) 파동이 진행할 때 매질은 파동과 함께 이동하지 않고 제자리에서 진동만 하기 때문에 매질인 물 위에 떠 있는 나뭇잎도 제자리에서 위아래로 진동한다.

채점 기준		배점
(1)	제자리에서 위아래로 진동한다고 옳게 서술한 경우	50 %
	이동하지 않는다고만 서술한 경우	25 %
(2)	파동이 진행할 때 매질은 파동과 함께 이동하지 않고 제자리에서 진동만 하기 때문이라고 옳게 서술한 경우	50 %

- 02** **모범 답안** (1) 종파, 파동의 진행 방향과 용수철의 진동 방향이 나란하다.

(2) 소리(음파), 초음파, 지진파 P파 등

채점 기준		배점
(1)	파동의 종류를 쓰고, 이 파동의 진행 방향과 용수철의 진동 방향의 관계를 모두 옳게 서술한 경우	50 %
	파동의 종류만 옳게 쓴 경우	25 %
(2)	파동의 종류의 예를 두 가지 모두 옳게 쓴 경우	50 %
	파동의 종류의 예를 한 가지만 옳게 쓴 경우	25 %

- 03** **모범 답안** (1) 10 m

(2) 배가 2초에 한 번씩 오르락내리락하므로 주기는 2초이다. 따라서 진동수는 주기와 역수이므로 진동수 $= \frac{1}{2\text{초}} = 0.5\text{ Hz}$ 이다.

채점 기준		배점
(1)	파도의 파장을 옳게 쓴 경우	50 %
(2)	파도의 진동수와 풀이 과정을 모두 옳게 서술한 경우	50 %
	파도의 진동수만 옳게 쓴 경우	25 %

- 04** 소리의 세기는 파동의 진폭, 소리의 높낮이는 파동의 진동수가 요인이다.

모범 답안 (1) (나), 진폭이 같기 때문이다.

(2) (라), 진동수가 같기 때문이다.

채점 기준		배점
(1)	(나)라고 쓰고, 그 까닭을 옳게 서술한 경우	50 %
	(나)라고만 쓴 경우	25 %
(2)	(라)라고 쓰고, 그 까닭을 옳게 서술한 경우	50 %
	(라)라고만 쓴 경우	25 %

- 05** 소리의 높낮이는 음파의 진동수와 관련이 있다.

모범 답안 ㉠, (나)는 (가)보다 진동수가 크므로 (나)는 (가)보다 높은 소리이다.

채점 기준		배점
㉠을 고르고 옳게 고쳐 서술한 경우		100 %
㉠을 골랐으나, 옳게 고쳐 서술하지 못한 경우		50 %

개념 한 걸음 더

p.55

- 01** ④ **02** ③

- 01** **답** ④ | 파동의 주기는 2초이고, 파장은 4 m이므로, 파동의 속력 $= \frac{\text{파장}}{\text{주기}} = \frac{4\text{ m}}{2\text{ s}} = 2\text{ m/s}$

- 02** **답** ③ | 소리는 공기가 아닌 매질에서도 전달된다. 기차 소리는 서서 들을 때보다 귀를 땅에 대고 들을 때 더 빨리 들린다.

개념 바로 알기

ㄷ. 소리는 매질이 있어야만 전달되며, 같은 소리를 전달할 때 소리의 파장은 철에서 소리의 파장이 가장 길다.

III | 전기와 자기

05 전기

개념 확인 Quiz

p.59

- 1 마찰 전기 2 (+) 3 정전기 유도 4 벌어진다

자료 보고 개념 다지기

p.60~61

- 01 (1) ○ (2) × (3) × 02 (1) (-)전하 (2) (+)전하 03 ㉠ 전자,
㉡ 다른 04 (1) (+) (2) (-) 05 (1) B (2) (-)전하
06 (1) ○ (2) ○ (3) × (4) × 07 (1) (-) (2) (+) (3) (-) (4) (+)
08 ㉠ 전자, ㉡ (-), ㉢ 척력 09 (1) A (2) (-)전하 (3) (+)전하
10 (1) × (2) ○

- 01 서로 다른 두 물체를 마찰시키면 전자를 얻은 물체는 (-)전하를, 전자를 잃은 물체는 (+)전하를 띤다. 같은 물체끼리 마찰시키면 마찰 전기가 발생하지 않는다.
- 02 마찰시키는 과정에서 털가죽의 전자가 고무풍선으로 이동하여 고무풍선은 (-)전하를, 털가죽은 (+)전하를 띤다.
- 03 마찰 전기는 마찰에 의해 물체가 띠는 전기로, 한 물체에서 다른 물체로 전자가 이동하여 발생한다. 서로 다른 두 종류의 물체를 마찰하면 두 물체는 서로 다른 전하를 띠게 된다.
- 04 B와 C 사이에는 척력이 작용하므로 B는 (-)전하를 띠고, A와 B 사이에는 인력이 작용하므로 A는 (+)전하를 띤다.
- 05 A와 고무풍선 사이에 척력이 작용하므로 A는 (-)전하를 띤다. 따라서 A와 B를 마찰할 때 A는 전자를 얻었고, B는 전자를 잃었다.
- 06 금속 막대 A는 (+)전하로 대전되고 금속 막대 B는 (-)전하로 대전되므로 금속 막대 내부의 전자는 A → B 방향으로 이동한다. 금속 막대 A 부분은 (+)전하로 대전되므로 (-)대전체 사이에는 인력이 작용한다.
- 07 (+)대전체에 의해 A는 (-)전하, B는 (+)전하, C는 (-)전하, D는 (+)전하로 대전된다.
- 08 대전되지 않은 검전기의 금속판에 (-)대전체를 가까이 하면 금속판의 전자들이 금속박으로 이동하여 두 금속박이 (-)전하를 띤다. 이때 두 금속박 사이에는 척력이 작용하여 금속박이 벌어진다.
- 09 대전되지 않은 검전기의 금속판에 (+)대전체를 가까이 가져갔으므로 전자는 인력에 의해 A 방향으로 이동한다. 따

라서 금속판은 (-)전하를 띠게 되고, 금속박은 (+)전하를 띠게 된다.

- 10 (-)대전체를 금속판에 가까이 하면 금속판의 전자가 금속박으로 이동하고, 금속박의 (-)전하의 양이 많아져 금속박이 더 벌어진다.

실력 다지기

p.62~65

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

- 01 답 ④ | 마찰한 서로 다른 두 물체 사이에는 서로 끌어당기는 힘이 작용한다.

개념 바로 알기

- ① 원자핵은 이동하지 않는다.
② 전자를 잃은 물체는 (+)전하로 대전된다.
③ 서로 다른 종류의 물체를 마찰하면, 두 물체는 다른 종류의 전하로 대전된다.
⑤ 같은 물체끼리 마찰시키면 마찰 전기가 발생하지 않는다.

- 02 답 ④ | 두 물체를 마찰할 때, 한 물체에서 다른 물체로 전자가 이동하여 두 물체가 대전된다. 이때 전자를 잃은 물체는 (+)전하로 대전되고, 전자를 얻은 물체는 (-)전하로 대전된다. 플라스틱 막대는 (-)전하로, 털가죽은 (+)전하로 대전되었으므로 털가죽의 전자가 플라스틱 막대로 이동했다.

개념 바로 알기

- ① 털가죽의 원자핵은 이동하지 않는다.
② 플라스틱 막대의 원자핵은 이동하지 않는다.
③ 털가죽의 전자가 플라스틱 막대로 이동했다.
⑤ 전자가 없어지는 것이 아니라 이동하는 것이고, 플라스틱 막대에서 원자핵은 이동하지 않는다.

- 03 답 ③ | 물체가 대전될 때는 전자가 이동한다. 그림에서 전자가 물체 B에서 물체 A로 이동하여 두 물체가 대전된다.

- 04 답 ④ | 마찰에 의해 전자를 잃은 A는 (+)전하로 대전되었고, 전자를 얻은 B는 (-)전하로 대전되었다.

개념 바로 알기

- ① 마찰 전 A와 B는 모두 중성이다.
② 마찰에 의해 A는 전자를 잃었다.

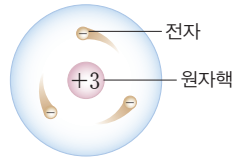
- ③ 마찰에 의해 B는 전자를 얻었다.
⑤ A와 B는 다른 종류의 물체이다.

05 답 ② | 물체 A에 있는 전자의 일부가 B로 이동하므로, 물체 A에는 전자가 일부 남아 있다.

06 답 ⑤ | A는 원자핵이고, (+)전하를 띤다. B는 전자로 (-)전하를 띤다. 마찰에 의해 전자를 잃으면 물체는 (+)전하를 띤다.

+ 플러스 특강 원자의 구조

구분	원자핵	전자
전하	(+)전하	(-)전하
특징	무거워서 움직이지 못한다.	가벼워서 자유롭게 움직인다.



원자는 전자들의 (-)전하의 양과 원자핵의 (+)전하의 양이 같아 전기적으로 중성이다.

07 답 ④ | 대전열은 왼쪽부터 전자를 잘 잃는 순서로 되어 있다. 마찰하는 물체에 따라 대전되는 전하의 종류가 달라진다. 명주 형겅으로 문지르는 문지른 유리 막대는 (+)전하, 고무풍선은 (-)전하를 띠므로 두 물체 사이에는 인력이 작용하여 서로 끌어당긴다.

08 답 ① | 대전열에서 서로 멀리 떨어져 있는 두 물체를 마찰시킬수록 마찰 전기가 잘 발생한다. 따라서 털가죽과 플라스틱을 마찰시켰을 때 마찰 전기가 가장 잘 발생한다.

09 답 ③ | A와 B를 마찰하면 (+)A-B(-)이고, A와 C를 마찰하면 (+)A-C(-)이다. 또, B와 C를 마찰하면 (+)B-C(-)이고, C와 D를 마찰하면 (+)C-D(-)이다. 대전된 정도는 (+)A-B-C-D(-) 순이므로 따라서 A와 D를 마찰시켰을 때 마찰 전기가 가장 잘 발생한다.

자료 분석 대전열

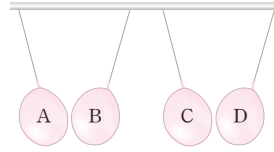
여러 가지 물질의 대전열을 비교할 때 다음과 같이 나란히 배열하면 편리하다.

A와 B: (+)A - B(-)
A와 C: (+)A - C(-)
B와 C: (+) - B - C(-)
B와 D: (+) - B - D(-)

(+)A-B-C-D(-)

10 답 ③ | 물체 A와 B는 서로 끌어당기는 힘이 작용하고, B와 C는 서로 밀어내는 힘이 작용한다. 또, 물체 C와 D는 서로 끌어당기는 힘이 작용한다. 따라서 물체 A는 (-)전하이므로 B는 (+)전하, C는 (+)전하, D는 (-)전하를 띤다.

자료 분석 대전된 물체에 작용하는 힘



- A가 (-)전하일 때: B는 (+)전하, C는 (+)전하, D는 (-)전하를 띤다.
- A가 (+)전하일 때: B는 (-)전하, C는 (-)전하, D는 (+)전하를 띤다.

11 답 ④ | 사포로 나무를 문지를 때 사포와 나무가 뜨거워지는 것은 마찰력에 의한 현상이다.

12 답 ⑤ | (-)대전체를 가까이 하면 A에 있던 전자들이 B쪽으로 이동하여 A쪽은 (+)전하로, B쪽은 (-)전하로 대전된다. 이때 (-)대전체를 멀리하면 금속 막대는 전하를 띠지 않는다.

개념 바로 알기

- ① A쪽은 (+)전하로 대전된다.
- ② B쪽은 (-)전하로 대전된다.
- ③ 전자는 A쪽에서 B쪽으로 이동한다.
- ④ 원자핵은 이동하지 않는다.

13 답 ⑤ | (+)전하로 대전된 유리 막대를 금속 막대에 가까이 가져가면 대전체와 먼 C쪽에 있던 전자가 B쪽으로 이동하여 B는 (-)전하, C는 (+)전하로 대전된다. C 부분에서 이동한 전자의 양만큼 전하를 띠므로 C 부분과 B 부분이 띠는 전하의 양은 같다.

14 답 ④ | (-)대전체를 금속 막대에 가까이 하면 물체 A가 (-)전하를 띠므로 정전기 유도에 의해 B는 (+)전하, C는 (-)전하를 띤다. 이때 고무풍선이 밀려나려면 C와 같은 종류의 전하를 띠어야 하므로 고무풍선이 (-)전하로 대전되어 있음을 알 수 있다.

개념 바로 알기

- ① 금속 막대에는 마찰 전기가 발생하지 않는다.
- ② B는 (+)전하를, C는 (-)전하를 띤다.
- ③ C와 고무풍선은 같은 종류의 전하를 띤다.
- ⑤ 고무풍선은 (-)전하를 띤다.

15 답 ③ | 금속 구 A에 (+)대전체를 가까이 하면 금속 구 B의 전자들이 A로 이동하므로, 금속 구를 떼어 놓고 대전체를 치우면 금속 구 A는 (-)전하로, 금속 구 B는 (+)전하로 대전된다.

16 답 ④ | 검전기는 정전기 유도에 의해 물체의 대전 여부, 대전된 전하의 양, 대전된 전하의 종류를 알 수 있다. (+)전하로 대전된 검전기에 (+)대전체를 가까이 하면 전자가 금속


박에서 금속판으로 더 올라오기 때문에 금속박이 더 벌어진다. 대전된 전하의 양에 따라 금속박이 벌어지는 정도는 다르다.

- 17** **답** ② | 금속판은 대전체와 다른 종류의 전하로, 금속박은 대전체와 같은 종류의 전하로 대전된다.

+ 플러스 특강 **검전기의 원리**

대전되지 않은 검전기의 금속판에 대전체를 가까이 하면 정전기 유도에 의해 금속박이 벌어진다.

금속판	대전체와 다른 종류의 전하로 대전
금속박	대전체와 같은 종류의 전하로 대전



• 검전기로 알 수 있는 것: 물체의 대전 여부, 대전된 전하의 양, 대전된 전하의 종류

- 18** **답** ③ | 대전되지 않은 검전기의 금속판에 (+)대전체를 가까이 하면 금속박에 있던 전자들이 금속판으로 이동하여 금속판은 (-)전하를, 금속박은 (+)전하를 띤다. 이때 (+)대전체를 치우면 금속박은 다시 오므라든다.

개념 바로 알기

- ㄴ. 금속판은 (-)전하를 띤다.
ㄷ. (-)전하가 금속박에서 금속판으로 이동한다.

- 19** **답** ⑤ | (가)에서 (-)대전체와 금속판의 전자 사이에 척력이 작용하여 금속판의 전자가 금속박으로 이동한다. 따라서 금속박은 벌어진다. (나)에서 금속박의 전자가 (-)대전체와의 척력에 의해 최대한 멀리 가려고 손가락을 통해 빠져나가므로 금속박의 (-)전하의 양이 줄어든다. 따라서 금속박이 오므라든다. (다)에서 검전기는 전자를 잃어 검전기 전체가 (+)전하로 대전된다. 따라서 금속박이 벌어진다. (나)에서 금속박의 전자가 손가락을 통해 빠져나갔으므로, 검전기는 전자를 잃어 (다)에서 검전기 전체가 (+)전하를 띠어 금속박이 벌어진다.

+ 플러스 특강 **검전기 전체를 대전시키는 방법**

손가락을 접촉시켜 대전	대전체를 직접 접촉시켜 대전
<ul style="list-style-type: none"> • (+)대전체 이용: 검전기가 (-)전하로 대전 • (-)대전체 이용: 검전기가 (+)전하로 대전 	<ul style="list-style-type: none"> • (+)대전체 이용: 검전기가 (+)전하로 대전 • (-)대전체 이용: 검전기가 (-)전하로 대전

- 20** **답** ⑤ | 대전되지 않은 검전기에 물체를 가까이 했을 때 금속박이 벌어지면 그 물체는 대전된 물체 (A)이고, 금속박에 아무 변화가 없으면 그 물체는 대전되지 않은 물체 (B)이다.

대전되지 않은 검전기의 금속박이 벌어지는지의 여부로 그 물체의 대전 여부를 알 수 있다. 그러나 대전체의 전하가 (+)전하인지 (-)전하인지 알려면 대전된 검전기가 띤 전하를 알고 금속박이 벌어지는지, 오므라드는지를 비교해야 한다.

- 21** **답** ② | 털가죽으로 문지른 고무풍선은 (-)전하를 띤다. 털가죽으로 문지른 플라스틱 막대는 (-)전하를 띠므로 (가)에서 고무풍선은 A 방향으로 움직이고, 명주 헝겊으로 문지른 유리 막대는 (+)전하를 띠므로 (나)에서 고무풍선은 B 방향으로 움직인다.

- 22** **답** ⑤ | (+)대전체를 가까이 한 상태에서 금속판에 손가락을 대면, 전자가 손가락에서 금속박으로 이동하므로 금속박이 중성이 되어 금속박이 오므라든다.

서술형 다지기 P.66

- 01** **모범 답안** (1) A

(2) 물체 B에서 물체 A로 전자가 이동하였으므로 물체 A는 (-)전하로 대전되고, 물체 B는 (+)전하로 대전된다.

채점 기준		배점
(1)	(-)전하를 띤 물체를 옮겨 쓴 경우	50 %
(2)	전자의 이동으로 옮겨 서술한 경우	50 %

- 02** **모범 답안** (1) 유리 막대: (+)전하, 고무풍선: (-)전하, 유리막대의 전자가 고무풍선으로 이동하여 유리 막대는 (+)전하를 띠고, 고무풍선은 (-)전하를 띤다.

(2) 털가죽과 플라스틱

채점 기준		배점
(1)	유리 막대와 고무풍선의 대전되는 전하를 쓰고 그 까닭을 모두 옮겨 서술한 경우	50 %
	유리 막대와 고무풍선의 대전되는 전하만 옮겨 쓴 경우	25 %
(2)	털가죽과 플라스틱이라고 옮겨 쓴 경우	50 %

- 03** **모범 답안** (1) A : (+)전하, B : (-)전하

(2) (-)대전체와 금속 구의 전자 사이에 척력이 발생하여 전자들이 A에서 B로 이동한다.

채점 기준		배점
(1)	금속 구 A와 B의 전하 종류를 옮겨 서술한 경우	50 %
(2)	전자의 이동 방향과 그 까닭을 모두 옮겨 서술한 경우	50 %
	전자의 이동 방향만 옮겨 서술한 경우	25 %

- 04** (+)전하를 띠고 있는 금속판에 손가락을 대면 전자가 금속박에서 손가락으로 이동한다.

모범 답안 (1) 금속박 → 손가락

- (2) (가) 검전기의 금속판에 (+)대전체를 가까이 가져간다.
(나) 검전기의 금속판에 손가락을 댄다. (다) 대전체와 손가락을 동시에 치운다.

채점 기준		배점
(1)	금속박에서 손가락으로 이동한다고 서술한 경우	50 %
(2)	검전기 전체를 (-)전하로 대전시키는 방법을 옳게 서술한 경우	50 %

개념 한 걸음 더

p.67

01 ④ 02 ⑤

01 답 ④ | A는 A와 B 사이에는 척력, A와 C 사이에는 인력이 작용하지만 두 전하 사이에 작용하는 전기력의 크기는 거리의 제곱에 반비례하므로 B와 C로부터 A가 받는 전기력의 방향은 ← 이다. B는 B와 A 사이에는 척력, B와 C 사이에는 인력이 작용하므로 B가 받는 전기력의 방향은 → 이다. C는 C와 B 사이에는 인력, C와 A 사이에도 인력이 작용하므로 C가 받는 전기력의 방향은 ← 이다.

02 답 ⑤ | (+)대전체에 의해 금속 구 B는 (+)전하로 대전되어 있으므로, 손가락을 대는 순간 전자가 손가락에서 금속 구로 이동한다.

06 전류와 전압

개념 확인 Quiz

p.69

1 (+), (-) 2 전압 3 커진다 4 직렬연결, 병렬연결

자료 보고 개념 다지기

p.70~71

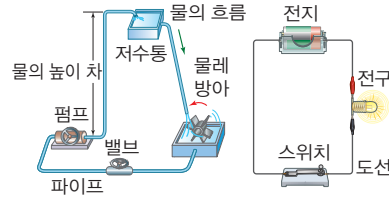
- 01** (1) ○ (2) ○ (3) × (4) × **02** (1) B (2) A (3) C: (-)극, D: (+)극
D → C **03** (1) ○ (2) × (3) ○ (4) × **04** (1) ㉠ (2) ㉡ (3) ㉢ (4) ㉠
(5) ㉢ (6) ㉡ **05** ㄱ **06** (1) 0.5 A (2) 2 V **07** ㄴ, ㄷ, ㄹ
08 (1) 병 (2) 직 (3) 직 (4) 병 (5) 병 **09** (1) 2 Ω (2) 1.5 V (3) 3 V, 3 V
(4) 2 : 1

01 전류는 (+)극에서 도선을 따라 (-)극으로 흐르고, 전류의 방향은 전자의 이동 방향과 반대이다.

02 전류의 방향은 전자의 (+)극에서 (-)극으로 이동한다. 전자는 전자의 (-)극에서 (+)극으로 이동한다. 전자는 (-)극에서 (+)극으로 이동하므로 C는 (-)극, D는 (+)극이다. 전류의 방향은 전자의 이동 방향과 반대이므로 D → C 방향이다.

03 전압의 단위는 V(볼트)를 사용한다. 전압계는 측정하고자 하는 저항에 병렬로 연결한다.

04 전기 회로와 물의 흐름을 비교하면 다음과 같다.



- (1) 물의 흐름 → 전류(㉠), (2) 펌프 → 전지(㉡), (3) 물레방아 → 전구(㉢), (4) 물의 높이 차 → 전압(㉣), (5) 파이프 → 도선(㉤), (6) 밸브는 → 스위치(㉥)에 비유할 수 있다.

05 도선에 전류가 흐를 때 전압과 전류는 비례하고, 저항과 전류는 반비례한다.

06 옴의 법칙에 의해 $I = \frac{V}{R}$ 이므로 $I = \frac{5 \text{ V}}{10 \Omega} = 0.5 \text{ A}$ 이고, $V = IR$ 이므로 $V = 20 \Omega \times 0.1 \text{ A} = 2 \text{ V}$ 이다.

07 전압과 전류 그래프에서 그래프의 기울기는 저항의 역수를 나타내므로 기울기가 작을수록 저항이 크다. 따라서 C의 저항은 A의 저항보다 크며, A, B, C의 저항의 크기는 $C > B > A$ 순이다.

개념 바로 알기

ㄱ. A의 저항은 B의 저항보다 작다.

08 저항의 직렬연결은 각 저항에 흐르는 전류의 세기는 같으며, 하나의 전기 기구가 끊어지면 나머지 전기 기구가 작동하지 않는다. 저항의 병렬연결은 전체 저항이 작아지고, 각 저항에 걸리는 전압은 같다. 저항의 병렬연결은 가정의 전기 배선, 멀티탭 등에 사용된다.

09 두 저항을 병렬로 연결했으므로 전체 저항 R 은

$\frac{1}{R} = \frac{1}{3 \Omega} + \frac{1}{6 \Omega} = \frac{1}{2 \Omega}$ 이므로 $R = 2 \Omega$ 이고, 전체 전류의 세기는 $I = \frac{V}{R} = \frac{3 \text{ V}}{2 \Omega} = 1.5 \text{ A}$ 이다. 저항의 병렬연결은 각 저항에 걸리는 전압은 같으므로 3 V이다. 3 Ω과 6 Ω에 흐르는 전류의 비는 저항의 비가 1:2이고 전류와 저항은 반비례하므로 전류의 비는 2:1이다.

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

01 답 ④ | 전류의 방향은 전지의 (+)극에서 (-)극 방향으로 흐른다.

02 답 ③ | 전자는 (-)극에 (+)극 방향으로 흐르므로 A 방향으로 이동한다. 도선에 전류가 흐를 때 전자는 한 방향으로 이동한다.

개념 바로 알기

ㄴ. 원자핵은 이동하지 않는다.

ㄷ. 전류와 전자의 이동 방향은 반대이다.

03 답 ⑤ | ㉠은 원자핵이고, ㉡은 자유 전자이다. 자유 전자가 A에서 B 방향으로 이동하므로 A는 (-)극, B는 (+)극임을 알 수 있다. ㉡이 전체적으로 한 방향으로 이동하면서 도선에 전류가 흐른다.

개념 바로 알기

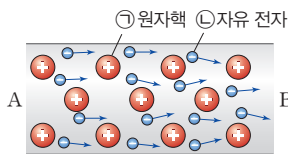
① ㉠은 원자핵이고, ㉡은 자유 전자이다.

② 전류는 B에서 A 방향으로 흐른다.

③ 도선의 A쪽에 전지의 (-)극이 연결되어 있다.

④ 전류의 방향은 자유 전자의 이동 방향과 반대이다.

자료 분석 전류의 방향과 자유 전자의 이동 방향



→ 자유 전자는 전체적으로 한 방향으로 이동하므로 전류가 흐르며, 자유 전자는 (-)극에서 (+)극으로 이동하여 A는 (-)극, B는 (+)극이 된다.

- 전류의 방향: 전지의 (+)극 → (-)극 쪽
- 자유 전자의 이동 방향: 전지의 (-)극 → (+)극 쪽

04 답 ④ | 도선 (가)는 불규칙하게 움직이므로 전류가 흐르지 않는 도선이고, 도선 (나)는 전자가 D에서 C로 이동하므로 전류는 C에서 D 방향으로 흐른다. 도선 (가)와 (나)의 원자핵은 움직이지 않는다. 도선 (나)에서 C는 (+)극이므로 전지의 (+)극과 연결되어 있다.

05 답 ② | 전압은 전기 회로에 전류를 흐르게 하는 능력을 나타내며, 전압계는 측정하고자 하는 저항을 병렬로 연결한다.

개념 바로 알기

ㄴ. 전압의 단위는 V(볼트)를 사용한다.

ㄷ. 같은 회로에서 전압이 클수록 도선에 흐르는 전류의 세기는 커진다.

06 답 ④ | 스위치에 비유되는 것은 밸브이고, 펌프는 전지에 비유된다.

07 답 ③ | 최댓값이 5 A인 눈금을 읽으면 전류의 세기는 2 A이다. 1 A는 1초 동안 도선의 한 단면을 6.25×10^{18} 개의 전자가 통과할 때의 전류의 세기이므로 2 A일 때는 1 A일 때의 2배인 $2 \times 6.25 \times 10^{18} = 1.25 \times 10^{19}$ 개의 전자가 도선의 한 단면을 통과한다.

자료 분석 전류계 눈금 읽기



- 5 A 단자에 연결: 2 A
- 50 mA 단자에 연결: 20 mA
- 500 mA 단자에 연결: 200 mA

08 답 ② | 전압계의 (-)단자를 3 V에 연결했으므로 눈금판의 오른쪽 최댓값이 3일 때의 눈금을 읽는다.

09 답 ④ | 전류계는 전기 회로에 직렬로 연결하며, 전류의 세기를 알 수 없을 경우에는 최댓값이 가장 큰 (-)단자에 연결한다. 전류계는 전구 없이 직접 연결할 수 없다.

자료 분석 전압계 눈금 읽기



- 3 V 단자에 연결: 1.5 V
- 15 V 단자에 연결: 7.5 V
- 30 V 단자에 연결: 15 V

10 답 ④ | 전압계의 전기 기호는 $\text{--}\text{V}\text{--}$ 로 나타낸다.

11 답 ① | 측정하려는 회로에 전류계는 직렬로 연결하고, 전압계는 병렬로 연결한다. 이때 전류계와 전압계의 (+)단자는 전지의 (+)극 쪽에, (-)단자는 전지의 (-)극 쪽에 연결한다.

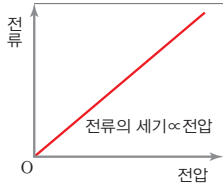
12 답 ② | 전압계의 바늘이 거꾸로 돌아가는 까닭은 단자를 바꿔 연결했기 때문이다. 따라서 정확한 측정을 위해서는 (+)단자와 (-)단자를 바꾸어 연결한다.

13 답 ③ | 그래프에서 전압이 같을 때, 알루미늄선에 흐르는 전류가 더 세다는 것을 알 수 있다. 전압과 전류의 그래프의 기울기는 저항의 역수를 나타내므로 알루미늄선이 니크롬선보다 저항이 작다.

14 답 ⑤ | A의 저항은 옴의 법칙에 의해 $R = \frac{4 \text{ V}}{0.8 \text{ A}} = 5 \Omega$ 이다.

고, B의 저항은 $R = \frac{4V}{0.4A} = 10\Omega$ 이다. 따라서 A의 저항은 B의 $\frac{1}{2}$ 배이다. 그래프의 기울기는 저항의 역수를 나타내며, 전류의 세기가 같을 때 B에 걸리는 전압은 A에 걸리는 전압의 2배이다. 같은 전압이 걸릴 때 B에 흐르는 전류의 세기는 A에 흐르는 전류의 세기의 $\frac{1}{2}$ 배이다.

+ 플러스 특강 전압과 전류의 세기 관계



- 전압과 전류의 그래프에서 전류의 세기는 전압에 비례한다. → 기울기가 클수록 저항이 작다.
- 전압과 전류의 그래프에서 그래프의 기울기는 저항의 역수이다.

15 **답** ④ | 도선의 종류에 따라 원자 배열이 다르므로 저항의 크기가 다르다.

16 **답** ⑤ | 저항은 도선의 길이에 비례하고 굵기에 반비례하므로 저항이 가장 큰 것은 D이고, 가장 작은 것은 B이다. 또한, A와 C는 굵기가 같으나 C의 길이가 더 길므로 C의 저항이 A보다 크다. 따라서 저항이 큰 순서대로 나타내면 D - C - A - B 순이다.

+ 플러스 특강 도선의 길이와 굵기에 따른 전기 저항

도선의 길이와 전기 저항	도선의 굵기와 전기 저항
굵기가 같을 때 길이가 길수록 전기 저항이 크다.	길이가 같을 때 굵기가 굵을수록 전기 저항이 작다.

17 **답** ② | 같은 전압에서 전류의 세기는 A가 B의 2배이므로, A의 저항은 B의 $\frac{1}{2}$ 배이다. 따라서 금속 막대의 종류와 굵기가 같다면 금속 막대의 길이의 비 A : B = 1 : 2이다.

18 **답** ③ | 저항을 직렬로 연결하면 저항의 크기에 비례하여 전압이 나누어 걸린다. 따라서 저항의 비=전압의 비=1 : 2 = 10 V : 20 V이다. 또한, 5 Ω에 10 V, 10 Ω에 20 V가 걸리게 되므로 각 저항에 흐르는 전류의 세기는 2 A로 같다.

19 **답** ⑤ | 두 전구의 전체 저항은 3 Ω이므로 회로에 흐르는 전류 = $\frac{6V}{3\Omega} = 2A$ 이다. 따라서 1 Ω인 전구에 걸리는 전압 = 2 A × 1 Ω = 2 V이고, 2 Ω인 전구에 걸리는 전압 = 2 A × 2 Ω = 4 V이다. 저항의 직렬연결은 각 저항에 흐르는 전류의 세기가 같으므로 1 Ω과 2 Ω의 전류의 세기는 각각 2 A이다.

20 **답** ③ | 2 Ω과 3 Ω에 걸리는 전압은 모두 6 V이므로 2 Ω에 흐르는 전류는 3 A, 3 Ω에서 흐르는 전류는 2 A이다. 따라서 회로 전체에 흐르는 전류는 3 A + 2 A = 5 A이다.

21 **답** ④ | 두 니크롬선 A, B는 병렬연결되어 있으므로 두 니크롬선에 같은 크기의 전압이 걸린다. 그래프 (가)에서 같은 크기의 전압이 걸릴 때 두 니크롬선 A, B에 흐르는 전류의 비는 2 : 1이다.

22 **답** ② | 전류의 방향은 전지의 (+)극에서 (-)극 방향이다. 따라서 A 방향으로 전류가 이동한다. 또한, 전자는 전지의 (-)극에서 (+)극 방향으로 이동하므로, 그림 (나)에서 전류의 방향은 전자의 이동 방향과 반대인 D → C이다.

23 **답** ② | 니크롬선 A의 저항은 $\frac{1V}{2A} = 0.5\Omega$ 이다. 그래프에서 B와 C에 2 V의 전압이 걸릴 때 각각의 전류 B는 2 A, 전류 C는 1 A이므로 A에 흐르는 전류는 3 A이다.

서술형 다지기

p.76

01 **모범 답안** (1) 전류의 이동 방향은 A이고, 자유 전자의 이동 방향은 B이다.

(2) 전류는 (+)극에서 (-)극으로 흐르므로 전류는 A 방향으로 흐르고 자유 전자는 전류의 방향과 반대이므로 B 방향으로 이동한다.

채점 기준		배점
(1)	전류와 자유 전자의 이동 방향을 모두 옳게 쓴 경우	50 %
	전류와 자유 전자의 이동 방향 중 하나만 옳게 쓴 경우	25 %
(2)	(1)과 같이 생각한 까닭을 옳게 서술한 경우	50 %

02 **모범 답안** 전류계의 (-)단자가 500 mA에 연결되어 있으므로 최대 500 mA까지 측정하는 눈금판의 수치를 읽으면 된다. 따라서 전구에는 180 mA가 흐른다.

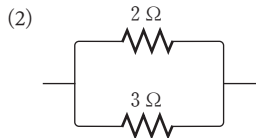
채점 기준		배점
전류계를 읽는 방법을 설명하고 전류의 세기를 옳게 쓴 경우		100 %
전류계를 읽는 방법이나 전류의 세기 중 하나만 쓴 경우		50 %

03 **모범 답안** (1) 1 : 2

(2) 전압이 일정할 때 저항은 전류의 세기에 반비례한다.

채점 기준		배점
(1)	A와 B의 저항의 비를 옳게 쓴 경우	50 %
(2)	전압이 일정할 때 저항과 전류의 세기와의 관계를 옳게 서술한 경우	50 %

04 모범 답안 (1) 전체 저항 = $\frac{\text{전압}}{\text{전류}} = \frac{3\text{ V}}{2.5\text{ A}} = 1.2\ \Omega$



채점 기준		배점
(1)	저항의 크기와 풀이 과정이 모두 옳은 경우	50 %
	저항의 크기만 옳게 쓴 경우	25 %
(2)	전기 회로를 옳게 그린 경우	50 %

05 모범 답안 (1) (가), 저항을 직렬연결하면 전체 저항의 크기가 커지기 때문이다.

(2) 저항을 직렬연결하면 길이가 길어지는 것과 같으므로 전체 저항이 각 저항보다 커지고, 병렬연결하면 단면적(굵기)이 커지는 것과 같으므로 전체 저항이 각 저항보다 작아진다.

채점 기준		배점
(1)	(가)라고 옳게 쓰고 그 까닭을 옳게 서술한 경우	40 %
(2)	전체 저항의 크기를 저항의 길이와 단면적(굵기)의 변화와 관련 지어 옳게 서술한 경우	60 %

개념 한 걸음 더

p.77

01 ① 02 (가) > (나) > (다)

01 답 ① | 전류가 송전선을 지날 때 송전선의 저항 때문에 전기 에너지 일부가 열에너지로 전환되어 손실된다. 이때 손실되는 전력은 $P = I^2 R = \frac{V^2}{R}$ 에 의해 전류의 제곱에 비례하는데, 같은 전력, 같은 송전선이므로 송전 전압을 3배 높이면 송전선에 흐르는 전류는 $\frac{1}{3}$ 배가 되고 이때 손실되는 전력은 $\frac{1}{9}$ 배가 된다.

02 답 (가) > (나) > (다) | 전구의 밝기는 소비 전력, 즉 전압 × 전류의 세기에 비례한다. 전지 1개의 전압을 V 라고 하면 전구 1개에 걸린 전압은 (가)에서 $2V$, (나)에서 V , (다)에서 $\frac{V}{2}$ 이다. 전구 1개의 저항을 R 이라고 하면 전류의 세기는

$$I_{(가)} = 2V \times \frac{1}{R} = \frac{2V}{R}, I_{(나)} = \frac{V}{R}, I_{(다)} = \frac{V}{2} \times \frac{1}{R} \text{ 이므로}$$

$$P_{(가)} = 2V \times \frac{2V}{R} = \frac{4V^2}{R}, P_{(나)} = V \times \frac{V}{R} = \frac{V^2}{R},$$

$$P_{(다)} = \frac{V}{2} \times \frac{V}{2R} = \frac{V^2}{4R} \text{ 이다.}$$

따라서 전구의 밝기는 (가) > (나) > (다)이다.

07 자기

개념 확인 Quiz

p.79

1 자기력선 2 자기장 3 힘의 방향 4 전동기

자료 보고 개념 다지기

p.80~81

01 (1) × (2) ○ (3) ○ 02 A: N극, B: S극, C: N극, D: N극
03 (1) A (2) 동쪽 04 (1) ④ (2) ⑦ 05 A: ↓, B: ←, C: ↑
06 반대 방향 07 (1) ○ (2) ○ (3) × 08 (1) / (2) ← 09 A 방향
10 (1) ↑ (2) ↓ (3) 시계 방향 11 ㄱ, ㄴ, ㄷ

01 자기장의 방향은 나침반 자침의 N극이 가리키는 방향이다.

02 자기력선이 나가는 곳은 N극이고, 자기력선이 들어오는 곳은 S극이다.

03 자기력선은 N극에서 나와 S극으로 들어가므로 막대자석의 N극은 A이다. P점에 나침반을 놓았을 때 나침반 자침의 N극이 가리키는 방향은 동쪽이다.

04 전류가 흐르는 직선 도선 주위에 생기는 자기장의 방향을 구하기 위해서는 오른손을 이용하면 되는데, 오른손의 엄지손가락을 전류의 방향으로 했을 때 감아진 네 손가락의 방향이 자기장의 방향이다.

05 오른손의 엄지손가락을 아래쪽 방향으로 했을 때 감아진 방향이 나침반 자침의 N극이 가리키는 방향이다.

06 오른손의 엄지손가락이 전류의 방향을 가리킬 때 감아진 네 손가락의 방향이 자기장의 방향이다.

07 자기장 안에서 전류가 흐르는 도선이 받는 힘은 전류가 세게 흐를수록 힘이 세다.

08 오른손의 네 손가락을 자기장의 방향으로 편 다음, 엄지손가락이 전류의 방향을 가리키게 하면 손바닥이 향하는 방향이 도선이 받는 힘의 방향이다.

09 오른손을 이용하여 네 손가락을 자기장의 방향에, 엄지손가락을 전류의 방향에 일치시키면 힘의 방향은 손바닥이 향하는 방향이다.

10 오른손의 네 손가락을 자기장의 방향으로 편 다음, 엄지손가락이 전류의 방향을 가리키면 손바닥이 향하는 방향이 코일이 받는 힘의 방향이다. 따라서 AB가 받는 힘의 방향은 위쪽(↑)이고, CD가 받는 힘의 방향은 아래쪽(↓)이므로 코일의 회전 방향은 시계 방향이다.

- 11 AB가 받는 힘의 방향은 위쪽이고, CD가 받는 힘의 방향은 아래쪽이다. 따라서 코일은 시계 방향으로 회전한다. 전류의 극 또는 자석이 극을 바꾸면 코일의 회전 방향은 반대 방향으로 회전한다.

탐구 대표문제

p.82~83

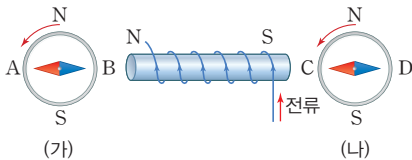
I 탐구 A

p.82

01 ④ 02 ④ 03 ②

- 01 답 ④ | 코일 내부의 자기장 방향은 왼쪽이다. 전류가 흐르는 코일의 왼쪽이 N극을 띠므로 (가) 나침반 자침의 N극은 A 방향으로 움직이고, (나) 나침반 자침의 N극은 C 방향으로 움직인다.

자료 분석 전류가 흐르는 코일 주위의 자기장

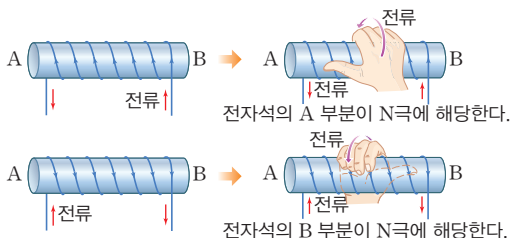


오른손의 네 손가락을 전류의 방향으로 감아쥐고 엄지손가락을 펼 때, 엄지손가락의 방향이 자기장의 방향이다. 따라서 (가)에서 나침반 자침이 N극은 A 방향으로 움직이고, (나)에서 나침반 자침의 N극은 C 방향으로 움직인다.

- 02 답 ④ | 코일 주위의 자기장은 막대자석 주위의 자기장과 같으므로 왼쪽이 N극, 오른쪽이 S극이다. 따라서 나침반 자침이 가리키는 방향으로 옳은 것은 D이다.

- 03 답 ② | 코일에 오른손의 네 손가락을 전류가 흐르는 방향을 가리키도록 감아줄 때, 엄지손가락의 방향이 자기장의 방향, 즉 N극의 방향이다.

+ 플러스 특강 전자석의 극



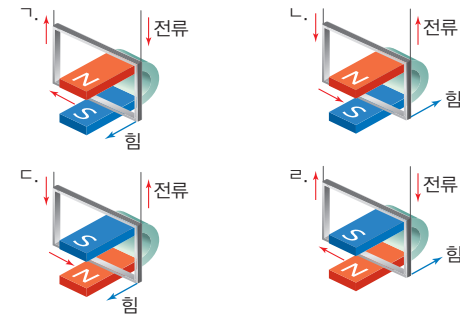
I 탐구 B

p.83

01 ② 02 해설 참조 03 ⑤

- 01 답 ② | 오른손의 네 손가락을 자기장의 방향으로 펴고 엄지손가락이 전류의 방향을 가리키도록 할 때 손바닥이 향하는 방향이 자기력의 방향이다. ㄱ, ㄴ은 말굽자석의 바깥쪽으로 힘을 받고, ㄷ, ㄹ은 말굽자석의 안쪽으로 힘을 받는다.

자료 분석 자기장 안에서 코일이 받는 힘



- 02 모범 답안 자석의 N극과 S극을 반대로 바꾼다. 전원의 (+)극과 (-)극을 반대로 연결한다.

채점 기준	배점
힘의 방향이 반대가 되는 방법을 두 가지 모두 옳게 서술한 경우	100 %
둘 중 하나만 옳게 서술한 경우	50 %

- 03 답 ⑤ | 전지의 극과 자석의 극을 모두 바꾸면 자기장 안에서 전류가 받는 힘의 방향은 변하지 않는다.

실력 다지기

p.84~87

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

- 01 답 ④ | 자기력선의 방향은 자기장 내에 놓인 나침반 자침의 N극이 가리키는 방향이다.

- 02 답 ④ | 자기력선은 N극에서 나와서 S극으로 들어가며, 자석의 같은 극 사이에는 척력이 작용하고, 다른 극 사이에는 인력이 작용한다.

03 **답** ③ | 자기장은 자석의 N극에서 나와 S극으로 들어간다. 따라서 나침반 자침이 가리키는 방향으로 옳은 것은 C 방향이다.

04 **답** ⑤ | 오른손을 이용하여 자기장의 방향을 알아보면 도선 주위에는 도선을 중심으로 반시계 방향으로 자기장이 생긴다.

05 **답** ① | 나침반 (가)에는 전류가 위에서 아래로 흐르고, 도선 위에 나침반이 있으므로 나침반 자침의 N극이 왼쪽을 가리킨다. 나침반 (나)에는 전류가 아래에서 위로 흐르고, 도선 아래에 나침반이 있으므로 나침반 자침의 N극이 왼쪽을 가리킨다.

06 **답** ④ | 전류가 위쪽으로 흐르면 오른손의 엄지손가락을 위로 향하고 나머지 네 손가락으로 도선을 감아줄 때 자기장은 반시계 방향이 된다. 반대로 전류가 아래쪽으로 흐르면 자기장은 시계 방향이 된다.

07 **답** ④ | 직선 도선에 위쪽으로 전류가 흐를 때 자기장의 방향은 반시계 방향이다.

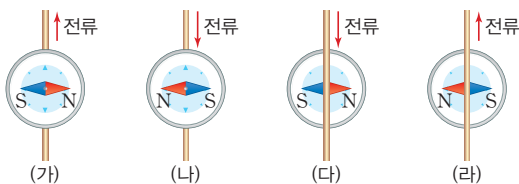
08 **답** ⑤ | 직선 도선에 위쪽으로 전류가 흐를 때 자기장의 방향은 반시계 방향이므로 B 지점과 C 지점에서 자기장은 서로 반대이다.

개념 바로 알기

- ① 직선 도선으로부터의 멀수록 자기장의 세기가 약해진다.
- ② 자기장의 세기는 B 지점보다 A 지점에서 더 약하다.
- ③ D 지점에서 나침반의 N극은 동쪽을 가리킨다.
- ④ A 지점과 B 지점에서 자기장의 방향은 같다.

09 **답** ③ | (가) 도선 아래쪽의 나침반 자침의 N극은 동쪽을 가리키고 (나) 도선 위쪽의 나침반 자침의 N극 역시 동쪽을 가리킨다. (다) 원형 도선 왼쪽 부분에서 오른손의 엄지손가락이 위를 향하도록 하고 나머지 네 손가락을 감아쥐면 나침반 자침의 극은 북쪽을 가리킨다.

자료 분석 직선 도선 주위의 자기장

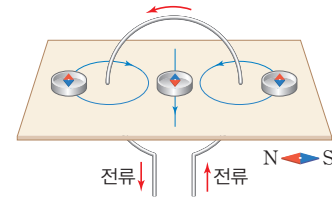


- 나침반 도선을 도선 아래로 둘 때
(가): 전류의 방향이 위쪽이면 나침반 자침의 N극은 오른쪽
(나): 전류의 방향이 아래쪽이면 나침반 자침의 N극은 왼쪽
- 나침반을 도선 위로 둘 때
(다): 전류의 방향이 아래쪽이면 나침반 자침의 N극은 오른쪽
(라): 전류의 방향이 위쪽이면 나침반 자침의 N극은 왼쪽

10 **답** ③ | 원형 도선 내부에 놓인 나침반 B 위치에서 자기장의 방향은 북쪽이고, 도선 외부에 놓인 나침반 A, C 위치에서 자기장의 방향은 남쪽이다.

+ 플러스 특강 원형 도선 주위의 자기장

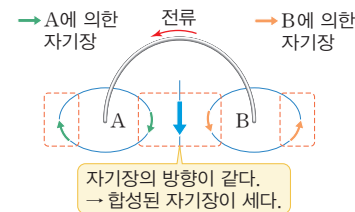
오른손의 엄지손가락을 전류의 방향으로 하여 도선을 감아줄 때, 네 손가락의 방향이 자기장의 방향이다.



11 **답** ③ | 원형 도선의 각 부분을 직선 도선으로 생각하여 오른손 엄지손가락을 전류의 방향으로 하고 도선을 감아줄 때 네 손가락의 방향이 자기장의 방향이다.

자료 분석 원형 도선 주위의 자기장의 방향

원형 도선 안쪽에서 A에 의한 자기장과 B에 의한 자기장이 합쳐진다.



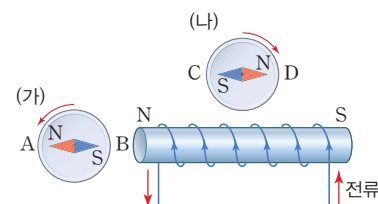
12 **답** ④ | 전자석 내부에 생기는 자기장의 방향은 A → B이다.

개념 바로 알기

- ① 전자석의 B쪽은 S극이다.
- ② 나침반 자침의 N극은 동쪽을 가리킨다.
- ③ 코일을 많이 감을수록 자기장의 세기가 커진다.
- ⑤ 코일에 전류가 흐르지 않으면 자석의 성질을 띠지 않는다.

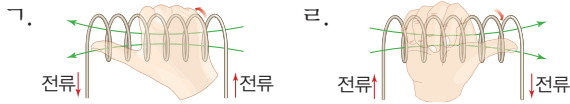
13 **답** ② | 오른손의 네 손가락을 전류의 방향으로 코일을 감아쥐면 코일의 왼쪽이 N극이므로 나침반 (가)의 자침은 A 쪽으로, 나침반 (나)의 자침은 D 쪽으로 회전한다.

자료 분석 직선 도선 주위의 자기장



→ 오른손의 네 손가락을 전류의 방향으로 감아쥐고 엄지손가락을 펼 때 엄지손가락의 방향이 자기장의 방향이다.

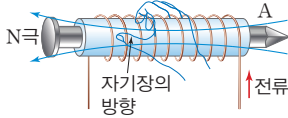
- 14 답 ③ | 전류의 방향으로 오른손의 네 손가락을 감아주면 엄지손가락의 방향이 코일에서의 자기장의 방향이다.



- 15 답 ④ | 전자석은 코일에 전류가 흐를 때만 자석이 되며, 코일의 감은 수가 많을수록, 코일에 흐르는 전류가 셀수록 센 자석이 된다. A 부분은 자석의 S극에 해당한다.

자료 분석 전자석의 극과 세기

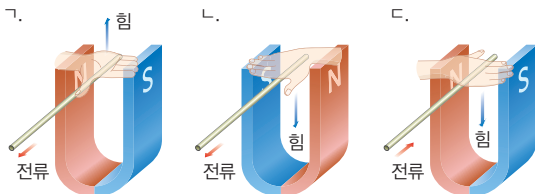
- 전자석의 극: 오른손 네 손가락을 전류의 방향으로 코일을 감아주면 엄지손가락이 가리키는 방향이 N극이 된다.



- 전자석의 세기: 코일에 흐르는 전류가 셀수록, 단위 길이당 코일의 감은 수가 많을수록 세다.

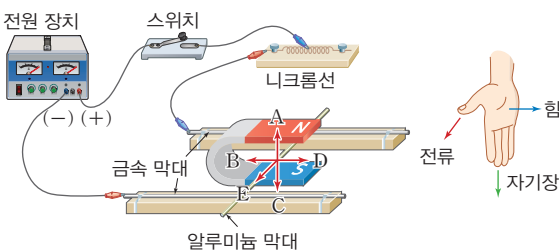
- 16 답 ④ | 오른손의 엄지손가락이 전류의 방향, 네 손가락이 자기장의 방향일 때 손바닥의 방향이 힘의 방향이다. (가)가 N극, (나)가 S극이고 전류가 A → B로 흐를 때 힘은 위쪽으로 힘을 받는다.

자료 분석 자기장 안에서 전류가 흐르는 도선이 받는 힘



- 17 답 ④ | 오른손의 네 손가락을 자기장의 방향(N극에서 S극)으로 펴고 엄지손가락이 전류의 방향(E)을 가리키도록 할 때 손바닥이 향하는 방향은 D(힘의 방향)이다.

자료 분석 자석 사이에서 전류가 흐르는 도선이 받는 힘



오른손의 네 손가락을 자기장의 방향으로 향하게 하고 엄지손가락을 전류의 방향으로 향하게 하였을 때 손바닥의 방향이 힘의 방향이다.

- 18 답 ② | 자석의 N극과 S극을 바꾸어 설치하거나, 전원 장치의 (+)극과 (-)극을 바꾸어 연결한다.

개념 바로 알기

ㄱ. 전류를 더 세게 흐르게 하면 알루미늄 막대가 움직이는 속도가 빨라진다.

ㄴ. 자석의 극과 전원 장치의 극을 모두 바꾸면 알루미늄 막대의 방향은 바뀌지 않는다.

- 19 답 ③ | 오른손을 이용하여 자기장의 방향과 전류의 방향에 따른 힘의 방향을 찾으면 도선의 왼쪽 부분은 B 방향으로, 오른쪽 부분은 H 방향으로 힘을 받는다. 따라서 코일은 시계 방향으로 회전한다.

- 20 답 ④ | 코일 AB는 아래쪽으로 힘을 받고, 코일 CD는 위쪽으로 힘을 받는다. 따라서 코일 전체는 시계 반대 방향으로 회전한다.

- 21 답 ⑤ | 전류의 방향이 위쪽에서 아래쪽이므로 자기장의 방향은 시계 방향이다. 따라서 나침반 자침이 거의 움직이지 않는 것은 B이다.

- 22 답 ② | 전동기는 코일이 반 바퀴 회전할 때마다 정류자에 의해 전류가 끊기면서 관성에 의해 계속 반시계 방향으로 회전한다.

- 23 답 ⑤ | 코일이 90°회전한 후에는 도선이 힘을 받지 않고 관성에 의해 회전하게 된다.

서술형 다지기

p.88

- 01 모범 답안 (1) A: N극, B: S극, 자기력선은 N극에서 나와서 S극으로 들어가는데, 자기력선이 A에서 나가서 B로 들어가기 때문이다.
(2) C: S극, D: S극, 자기력선은 N극에서 나와서 S극으로 들어가는데, C와 D 부분은 자기력선이 모두 들어가기 때문이다.

	채점 기준	배점
(1)	극을 옳게 나타내고, 그 꾀뚝을 옳게 서술한 경우	50 %
	극만 옳게 서술한 경우	25 %
(2)	극을 옳게 나타내고, 그 꾀뚝을 옳게 서술한 경우	50 %
	극만 옳게 나타낸 경우	25 %

- 02 모범 답안** A → B, 오른손의 네 손가락으로 도선을 감아
 절 때 엄지손가락이 가리키는 방향이 전류의 방향이기 때문
 이다.

채점 기준	배점
전류의 방향과 그 까닭을 옳게 서술한 경우	100 %
전류의 방향만 옳게 쓴 경우	50 %

- 03 모범 답안** (1) 왼쪽, 코일 내부에서는 자기장의 방향은 S극
 에서 N극을 향한다.
 (2) 전류의 방향을 반대로 바꾼다.

채점 기준	배점
(1) 나침반 자침의 N극이 가리키는 방향과 코일 내부에서 자기장 의 특징을 모두 옳게 서술한 경우	50 %
나침반 자침의 N극이 가리키는 방향만 옳게 서술한 경우	25 %
(2) 자기장의 방향을 바꿀 수 있는 방법을 옳게 서술한 경우	50 %

- 04 모범 답안** (1) D
 (2) 전원 장치의 (+)극과 (-)극을 반대로 연결하여 전류를
 반대 방향으로 흘려준다. 자석의 N극과 S극을 바꾸어
 설치한다. 등

채점 기준	배점
(1) 알루미늄 막대의 방향을 옳게 쓴 경우	50 %
(2) 알루미늄 막대가 움직이는 방향을 반대로 하는 방법을 두 가지 모두 서술한 경우	50 %
알루미늄 막대가 움직이는 방향을 반대로 하는 방법을 한 가지 만 서술한 경우	25 %

개념 한 걸음 더

p.89

- 01 ②** **02 ③**

- 01 답 ②** | 자기장의 세기는 도선에 흐르는 전류의 세기에 비례
 한다.

개념 바로 알기

- ① 직선 도선 주위의 자기장은 도선을 중심으로 하는 시계
 또는 반시계 방향이다.
 ③ 도선으로부터 멀수록 자기장의 세기가 감소한다.
 ④ 도선 주변의 자기장 방향은 도선을 중심으로 동심원 모
 양이므로 나침반의 N극이 가리키는 방향도 동심원을 이
 루는 방향이다.
 ⑤ 전류가 일정하면 자기장의 세기도 일정하다.
02 답 ③ | 코일의 단위 길이 당 감은 수를 증가시키면 자기장의
 세기는 증가한다.

IV | 열과 우리 생활

08 온도와 열

개념 확인 Quiz

p.91

- 1 온도** **2 열평형** **3 대류** **4 단열**

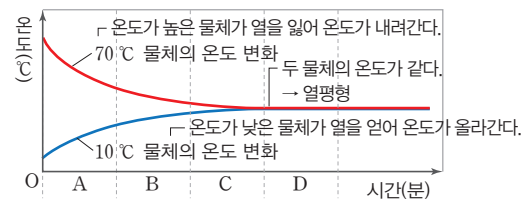
자료 보고 개념 다지기

p.92-93

- 01** 활발, 둔 **02** (나), (가), (다) **03** (1) ○ (2) × (3) ○
04 ㉠ 열, ㉡ 열평형 **05** D 구간 **06** (1) 30℃ (2) 10분
07 전도 **08** (1) ○ (2) × (3) ○
09 (가) 전도, (나) 대류, (다) 복사 **10** (1) ○ (2) × (3) × (4) ○
11 ㉠ 전도(대류), ㉡ 대류(전도), ㉢ 복사

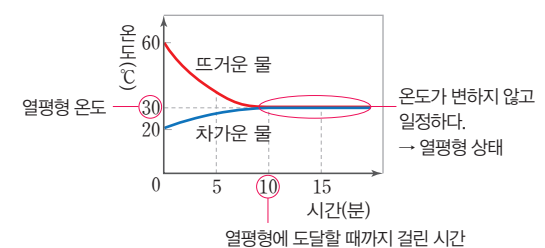
- 01** 온도가 높아지면 물질을 이루는 입자 운동이 활발해지고,
 온도가 낮아지면 물질을 이루는 입자 운동이 둔해진다.
02 온도가 높을수록 입자 운동이 활발하다.
03 물체의 온도가 높을수록 물체를 이루는 입자 운동이 활발해
 진다.
04 온도가 다른 두 물체가 접촉했을 때 온도가 높은 물체에서
 온도가 낮은 물체로 열이 이동하여 두 물체의 온도가 같아
 진 상태를 열평형이라고 한다.
05 열평형에 도달하면 두 물체의 온도가 같아진다.

자료 분석 열평형 그래프의 분석



- 06** 그래프에서 온도가 변하지 않고 일정한 순간의 온도가 열평
 형 온도이다. 열평형 온도는 30℃이고, 열평형에 도달할 때
 까지 걸린 시간은 10분이다.

자료 분석 열평형 그래프의 분석



- 07** 전도는 물질을 이동하지 않고 열만 이동하며, 주로 고체에서 일어나는 열의 이동 방법이다. 또한, 전도는 물질을 이루는 입자들의 운동이 이웃한 입자로 전달되어 열이 이동한다.
- 08** 주전자 아래쪽을 가열하여 물을 끓이면 대류에 의해 전체적으로 따뜻해진다.
- 09** (가)는 전도, (나)는 대류, (다)는 복사에 의한 열의 이동 방법을 나타낸 것이다.
- 10** 보온병의 진공으로 된 이중벽은 전도와 대류에 의한 열의 이동을 막고, 솜이나 스티로폼은 내부에 공기를 포함하는 공간이 많아 단열에 효율적이다.
- 11** 보온병은 이중벽 사이가 진공으로 되어 있어 열의 전도와 대류가 일어나지 않는다. 또한, 내부 표면은 은으로 도금하여 뜨거운 액체에서 나오는 열을 반사하여 복사에 의한 열이 바깥으로 나가지는 것을 막는다.

탐구 대표문제

p.94~95

탐구 A p.94

01 ④ 02 ③ 03 ①

01 **답** ④ | 0~5분 동안 온도가 높은 A에서 온도가 낮은 B로 열이 이동하므로 A의 입자 운동은 둔해진다.

02 **답** ③ | 외부와 열 출입이 없다면 두 물체의 온도는 더 이상 변하지 않는다.

03 **답** ① | 액체 A는 열평형 상태가 될 때까지 입자 운동이 둔해지고 액체 B는 열평형 상태가 될 때까지 온도가 점점 높아진다.

개념 바로 알기

- ㄷ. 열평형 상태에서 액체 B의 온도와 액체 A의 온도는 같다.
ㄹ. 액체 A가 잃은 열의 양과 액체 B가 얻은 열의 양은 같다.

탐구 B p.95

01 ③ 02 ⑤

01 **답** ③ | 비닐 랩, 종이, 수건, 알루미늄 포일에서 알루미늄 포일로 감쌌을 때 온도 변화가 가장 작다. 알루미늄 포일은 단열 효과가 좋아서 얼음물을 넣었을 때에도 오랫동안 보관할 수 있다.

02 **답** ⑤ | 음료수통을 아무 것으로도 감싸지 않았을 때 온도 변화가 가장 크다. 열을 잘 전달하지 않은 물질로 감싸면 열의 출입을 막을 수 있다.

개념 바로 알기

ㄱ. 음료수통을 감싼 물질은 열의 이동을 막아준다.

실력 다지기

p.96~99

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

01 **답** ④ | 온도는 물체가 차고 뜨거운 정도를 숫자로 나타낸 것이다. 온도가 높을수록 입자 운동이 활발하다. 섭씨온도와 절대 온도는 눈금 간격이 서로 같다. 절대 온도는 물질을 이루는 입자들의 운동이 활발한 정도를 나타낸 온도이며, 섭씨 온도는 물의 어는점과 끓는 점 사이를 100등분 한 것을 1°C로 정한 온도이다.

02 **답** ① | 물질을 이루는 입자들은 끊임없이 입자 운동을 한다. 절대 온도는 입자 운동의 활발한 정도를 나타낸다.

개념 바로 알기

- ㄷ. 50°C 물의 입자 운동은 10°C 물의 입자 운동보다 온도가 높으므로 활발하다.
ㄹ. 절대 온도의 단위는 K(켈빈)을 사용한다.

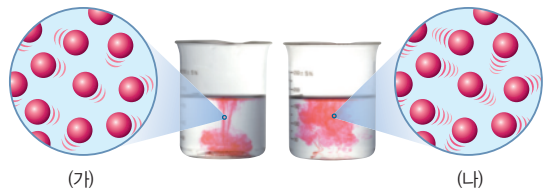
03 **답** ⑤ | 물체가 열을 받으면 입자 운동이 활발해지지만, 입자 수가 변하지는 않는다.

04 **답** ④ | 물의 온도가 높을수록 물을 이루는 입자 운동이 활발하므로 잉크가 잘 퍼진다. (나)의 입자 운동이 (가)보다 활발하므로 (나)의 온도는 (가)의 온도보다 높다.

자료 분석 온도와 입자 운동

입자 운동이 둔하다.
→ 물의 온도가 낮다.

입자 운동이 활발하다.
→ 물의 온도가 높다.



05 **답** ③ | 같은 물질에서 열은 입자 운동이 활발한 물체(온도가 높은 물체)에서 입자 운동이 느린 물체(온도가 낮은 물체)로 이동한다.

06 **답** ④ | 열은 온도가 높은 물체에서 온도가 낮은 물체로 이동한다. $A > C$, $C > B$, $D > A$ 이므로 $D > A > C > B$ 순으로 온도가 높다.

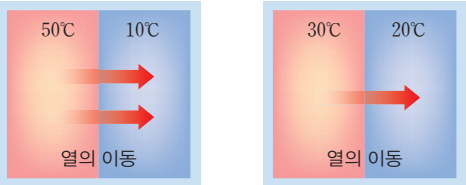
07 **답** ② | A의 입자 운동은 온도가 내려가 둔해지고, B의 입자 운동은 온도가 올라가 활발해진다. 온도가 높은 A에서 온도가 낮은 B로 열이 이동하여 충분한 시간이 지나면 두 물체의 온도가 같아지는 열평형 상태가 된다.

개념 바로 알기

ㄱ. A의 물체의 온도는 낮아지고, B의 물체의 온도는 높아진다.

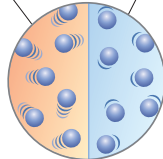
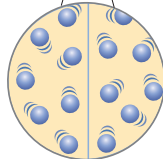
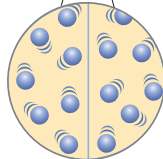
ㄴ. A가 잃은 열의 양과 B가 얻은 열의 양은 같다.

+ 플러스 특강 열의 이동

정의	온도가 다른 두 물체를 접촉했을 때 온도가 높은 물체에서 온도가 낮은 물체로 열이 이동
입자 운동	<ul style="list-style-type: none"> 온도가 높은 물체가 잃은 열의 양과 온도가 낮은 물체가 얻은 열의 양은 같다. 두 물체 사이의 온도 차이가 클수록 이동한 열의 양이 더 많다. 
예	<ul style="list-style-type: none"> 추운 날 손으로 철봉을 만지면 온도가 높은 손에서 온도가 낮은 철봉으로 열이 이동한다. 더운 날 아이스박스에 음료수를 넣을 때 온도가 높은 음료수에서 온도가 낮은 아이스박스로 열이 이동한다.

08 **답** ⑤ | 온도가 높은 비커 속의 물에서 온도가 낮은 수조 속의 물로 열이 이동한다. 비커 속의 물은 온도가 낮아지면서 입자 운동이 둔해지고, 수조 속의 물은 온도가 높아지면서 입자 운동이 활발해진다. 열평형 상태에 도달하면 두 물의 온도가 같아지고, 온도가 더 이상 변하지 않는다.

+ 플러스 특강 열평형과 입자 운동

입자 운동이 활발하다. → 온도가 높다.	입자 운동이 둔하다. → 온도가 낮다.	입자 운동의 활발한 정도가 같다. → 온도가 같다.
		

09 **답** ④ | 접촉한 두 물체가 열평형 상태에 이르기까지 온도가 높은 물체의 입자 운동은 둔해지고, 온도가 낮은 물체의 입자 운동 빨라진다.

개념 바로 알기

- ① 접촉한 두 물체의 온도가 서로 같은 상태를 의미한다.
- ② 접촉한 두 물체 중 온도가 더 높은 물체는 열을 점점 잃는다.
- ③ 접촉한 두 물체 중 온도가 더 낮은 물체는 열을 점점 얻는다.
- ⑤ 열평형 상태 이후에는 더 이상 온도가 변하지 않는다.

10 **답** ② | 처음 온도가 높은 A에서 처음 온도가 낮은 B로 열이 이동하여, 10분 후 두 물체의 온도가 30℃로 같아지는 열평형에 도달한다.

개념 바로 알기

- ① 10분 전까지 A는 열을 잃는다.
- ③ 10분 전까지 온도가 높은 A에서 온도가 낮은 B로 열이 이동한다.
- ④ B의 입자 운동은 온도가 높아지므로 점점 활발해진다.
- ⑤ A가 잃은 열의 양과 B가 얻은 열의 양은 같다.

11 **답** ③ | B와 접촉한 A의 온도가 낮아졌으므로, 처음 온도가 높은 A에서 처음 온도가 낮은 B로 열이 이동하여 5분 후 두 물체의 온도가 35℃로 같아지는 열평형에 도달하였다. 외부와의 열 출입이 없으면 열평형에 도달한 두 물체의 온도는 더 이상 변하지 않는다.

개념 바로 알기

- ① 접촉 후 B는 열을 얻는다.
- ② A의 처음 온도가 B의 처음 온도보다 높다.
- ④ 5분 후 B의 온도는 35℃이다.
- ⑤ A가 잃은 열의 양과 B가 얻은 열의 양은 같다.

12 **답** ④ | ㉠은 온도가 내려가므로 비커 속 물의 온도 변화를 나타낸다. ㉡은 온도가 올라가므로 수조 속 물의 온도를 나타낸다. 외부와의 열 출입이 없을 때 A의 상태에 도달한 이후에는 온도가 변하지 않는다. (나)의 그래프로 보아 충분한 시간이 지나면 비커 속 물과 수조 속 물의 온도가 같아진다. ㉠은 물 입자 운동이 둔해지고, ㉡은 물 입자 운동이 활발해진다.

13 **답** ⑤ | 전도는 주로 고체에서의 열의 이동 방법으로, 물질을 이루는 입자들의 운동이 이웃한 입자로 전달되어 열이 이동한다. 열을 받은 금속 입자는 이동하지 않고, 이웃한 입자로 입자 운동이 전달되어 열이 이동한다. 뜨거운 국에 숟가락을 담그면 숟가락이 뜨거워지는 것은 전도에 의한 열의 이동의 예이다.

개념 바로 알기

ㄱ. 열을 받은 입자는 이동하지 않는다.

+ 플러스 특강 전도

정의	물질을 이루는 입자들의 운동이 이웃한 입자로 전달되어 열이 이동하는 방법
입자 운동	<p>가열한 부분의 입자 운동이 활발해진다. 주변 입자와 충돌하여 진동을 전달한다.</p>
예	<ul style="list-style-type: none"> • 아이스박스에 음료수를 보관하면 음료수의 열이 전도에 의해 얼음으로 전달된다. • 다리미로 옷을 다리면 전도에 의해 열이 전달된다.

- 14 답 ②** | 전도는 물질을 이루는 입자들의 운동이 이웃한 입자로 전달되어 열이 이동하는 방법이다. 액체나 기체에서는 주로 대류에 의해 열이 이동한다.

개념 바로 알기

- ㄴ. 열을 전달하는 물질이 없어도 복사에 의해 열이 이동할 수 있다.
 ㄷ. 입자가 직접 이동하여 열을 전달하는 방법은 대류에 의한 열의 이동이다.

- 15 답 ①** | 주전자 바닥을 가열하면 전도에 의해 주전자 전체가 뜨거워지고 물로 열이 이동한다.

개념 바로 알기

- ㄱ. 주전자 속 물은 대류에 의해 물 전체의 온도가 높아진다.
 ㄷ. 가열 장치에 가까이 가면 복사에 의해 열이 전달되어 금방 따뜻함을 느낀다.

- 16 답 ④** | 난로 가까이에 있으면 열이 복사의 방법으로 전달되어 금방 따뜻함을 느끼지만, 판으로 난로를 가리면 판이 난로에서 직접 전달되던 열을 가로막아 추위를 느낀다. 전기 난로 열선 뒤쪽에 반사판을 설치하는 것은 복사 에너지를 앞쪽으로 반사시키기 위해서이다.

개념 바로 알기

- ① 굴뚝의 연기가 위로 올라가는 것은 대류에 의한 현상이다.
- ② 프라이팬의 손잡이는 전도가 잘되지 않는 나무로 만든다.
- ③ 난로를 켜면 따뜻한 공기가 대류에 의해 교실 전체를 순환하면서 서서히 따뜻해진다.
- ⑤ 털옷의 공기층은 열전도가 잘 되지 않게 하여 체온을 유지시킬 때 효율적이다.

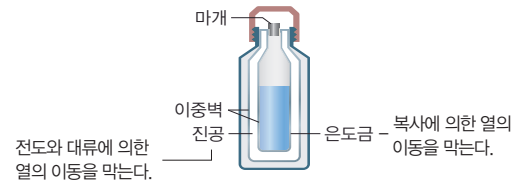
- 17 답 ③** | 보온병의 마개는 이중 구조로 되어 있어 열이 잘 빠져나가지 않게 한다. 보온병의 은도금은 내부 표면을 은으로 도금하여 뜨거운 액체에서 나오는 열을 반사하여 복사에 의해 열이 바깥으로 나가는 것을 막아주는 역할을 한다.

개념 바로 알기

- ㄴ. 이중벽 사이의 진공은 전도와 대류에 의한 열의 이동을 막는다.

자료 분석 보온병의 원리

보온병은 전도, 대류, 복사에 의한 열의 이동을 모두 막아 주는 효율적인 단열 장치이다. 내부의 열이 외부로 빠져나가는 것을 효율적으로 막아 주므로 따뜻한 물이 오랫동안 유지된다.



- 18 답 ②** | 신문지, 솜, 모래 중 솜이 열전도가 가장 낮으므로 단열에 가장 효과적이다. 내부에 공기를 포함하는 공간이 많을수록 단열 효과가 크다.

개념 바로 알기

- ㄴ. 모래는 열전도가 가장 크므로 모래에 쌓인 시험관 속 물의 온도 변화가 가장 크다.
 ㄷ. 물의 온도 변화가 작은 시험관 주위의 물질이 효과적인 단열재라고 볼 수 있다.

- 19 답 ⑤** | 그래프에서 4분 이후 온도의 변화가 26°C로 일정하므로 4분 후 열평형을 이루고 있음을 알 수 있다. 뜨거운 물이 잃은 열의 양과 차가운 물의 열의 열이 같다. 시간이 지나면서 뜨거운 물의 입자 운동이 둔해지다가 일정해진다. 차가운 물의 질량이 크므로 차가운 물의 온도가 쉽게 올라가지 않는다. 즉, 차가운 물의 질량이 커 열평형 온도가 차가운 물의 처음 온도와 비슷하다.

+ 플러스 특강 뜨거운 물과 차가운 물의 온도 변화

물	열	온도	입자 운동
뜨거운 물	잃는다.	낮아진다.	둔해진다.
차가운 물	얻는다.	높아진다.	활발해진다.

온도가 높은 뜨거운 물에서 온도가 낮은 차가운 물로 열이 이동하며, 같은 종류의 물질이면 질량이 작을수록 온도 변화가 크다.

- 20 답 ②** | 가열된 액체나 기체가 직접 이동하여 열을 전달하는 방법은 대류이다. 냉방기를 위쪽, 난방기는 아래쪽에 설치하는 것은 대류에 의해 따뜻한 공기가 방 안 전체로 순환하

게 하기 위해서이다. 주로 고체에서 입자들의 운동이 이웃한 입자로 전달되어 열이 이동하는 방법은 전도이며, 물질을 이루는 입자의 운동 없이 열이 직접 이동하는 방법은 복사이다.

개념 바로 알기

- ① 뜨거운 국에 넣어 둔 손가락이 점점 뜨거워지는 것은 전도에 의한 현상이다.
- ③ 태양열이 우주 공간을 지나 지구로 오는 것은 복사에 의한 현상이다.
- ④ 겨울철 나무 의자보다 금속 의자가 차갑게 느껴지는 것은 전도에 의한 현상이다.
- ⑤ 난로나 모닥불 앞에 앉아 있으면 금방 따뜻해지는 것은 복사에 의한 현상이다.

+ 플러스 특강 전도, 대류, 복사에 의한 열의 이동 방법의 예

전도에 의한 열의 이동 방법의 예	<ul style="list-style-type: none"> • 뜨거운 국에 넣어 둔 손가락이 점점 뜨거워진다. • 냄비 아랫부분을 가열하면 냄비 전체가 뜨거워진다.
대류에 의한 열의 이동 방법의 예	<ul style="list-style-type: none"> • 주전자 아래쪽을 가열하여 물을 끓이면 물이 전체적으로 따뜻해진다. • 보일러를 켜면 방 전체가 따뜻해진다. • 난방기는 위쪽에 설치하고, 난방기는 아래쪽에 설치한다.
복사에 의한 열의 이동 방법의 예	<ul style="list-style-type: none"> • 난로나 모닥불 앞에 앉아 있으면 금방 따뜻해진다. • 태양열이 우주 공간을 지나 지구로 온다. • 지구는 복사의 형태로 열을 내보낸다. • 겨울철 양지바른 곳에 있으면 따뜻하다.

03 같은 장소에 있는 철봉과 나무 의자는 공기와 열평형을 이루므로 온도가 같다. 같은 시간 동안 우리 몸에서 더 많은 양의 열이 빠져 나가면 더 차갑게 느껴진다.

모범 답안 (1) 철봉과 나무 의자의 온도는 같다.

(2) 열은 나무에서보다 철에서 전도가 잘 되기 때문이다.

채점 기준		배점
(1)	두 물체의 온도를 옳게 비교하여 서술한 경우	50 %
(2)	전도를 포함하여 그 까닭을 옳게 서술한 경우	50 %
	철에서 열전달이 잘 되기 때문이라고만 서술한 경우	25 %

04 **모범 답안** C, 찬 공기는 무거워서 아래로 내려오므로 방안 위쪽에 설치해야 대류가 일어나기 때문이다.

채점 기준		배점
A, B, C 중 적절한 위치를 선택하고 그 곳에 설치해야 하는 까닭을 모두 옳게 서술한 경우		100 %
A, B, C 중 적절한 위치만 선택한 경우		50 %

05 **모범 답안** 이중창 속 공기는 열의 전도를 막는다.

채점 기준		배점
이중창 속의 공기가 열의 전도를 막는다고 서술한 경우		100 %
열의 전도를 막는다고만 서술한 경우		50 %

서술형 다지기

p.100

01 **모범 답안** (1) (가)

(2) 온도는 입자 운동의 활발한 정도를 나타내므로 물의 온도가 높을수록 물 입자의 운동이 활발해진다.

채점 기준		배점
(1)	(가)라고 옳게 쓴 경우	50 %
(2)	온도와 입자 운동의 관계를 옳게 서술한 경우	50 %

02 **모범 답안** (1) 10분 동안 열이 A에서 B로 이동하고, 10분 이후에는 물체 사이의 열의 이동이 균형을 이룬다.

(2) A가 잃은 열의 양은 B가 얻은 열의 양과 같다.

채점 기준		배점
(1)	두 물체 사이에서 열의 이동을 시간에 따라 옳게 서술한 경우	50 %
(2)	물체 A와 B의 열의 양의 관계를 옳게 서술한 경우	50 %

개념 한 걸음 더

p.101

01 ① **02** ⑤

01 **답** ① | 열역학 제2법칙은 자연에서 일어나는 물질의 변화가 방향성을 가지고 일어난다는 것이다.

개념 바로 알기

ㄷ. 에너지가 전환될 때 모든 에너지의 총합이 보존된다는 것은 에너지 보존에 대한 열역학 제1법칙으로 설명할 수 있다.
 ㄴ. 외부에서 에너지를 공급받지 않고 작동하는 장치를 만드는 것은 불가능한데, 이것은 에너지의 형태가 바뀌어도 보존된다는 열역학 제1법칙에 위배되기 때문이다.

02 **답** ⑤ | 열은 온도가 높은 B에서 온도가 낮은 A로 이동하여 열평형 상태에 도달한다. A와 B의 온도는 같고, 같은 종류의 물질이므로 입자의 평균 운동 에너지도 같다.

09 비열과 열팽창

개념 확인 Quiz

p.103

- 1 비열 2 큰 3 열팽창 4 큰, 작은

자료 보고 개념 다지기

p.104~105

- 01 (1) ○ (2) ○ (3) × 02 (1) 1 : 2 (2) 1 : 2 03 물
04 (1) ○ (2) × (3) ○ 05 ㉠ 커서, ㉡ 온도
06 ㉠ 활발, ㉡ 높아, ㉢ 열팽창 07 (1) ○ (2) ○ (3) × (4) ×
08 (1) ○ (2) × (3) ○ (4) ○ 09 (1) B (2) B

- 01 두 물질의 종류가 다르고, 질량이 같을 때 비열이 작을수록 온도를 높이는 데 더 적은 열량이 필요하다.
- 02 질량과 가한 열량이 같으면 비열은 온도 변화에 반비례하며, 비열과 가한 열량이 같으면 질량은 온도 변화에 반비례한다. 따라서 A와 B의 온도 변화는 2 : 1이므로 A와 B의 비열의 비와 질량의 비는 1 : 2이다.
- 03 제시된 물질 중 물의 비열이 가장 크므로 온도를 올리는 데 가장 오랜 시간이 걸린다.
- 04 육지는 바닷물보다 비열이 작아서 온도 변화가 크다. 즉, 낮에는 온도가 바닷물보다 더 높게 올라가고 밤에는 더 낮게 내려간다. 따라서 해변에서 낮에는 바다에서 육지로 부는 해풍이 불고, 밤에는 육지에서 바다로 부는 육풍이 분다.
- 05 뚝배기를 이용하여 조리하면 가열하는 데 오랜 시간이 걸리지만, 뚝배기의 비열이 커서 빨리 식지 않는다. 또한, 가정용 보일러나 찜질팩은 물을 사용하는데 그 까닭은 물은 다른 액체에 비해 비열이 크므로 온도 변화가 작다.
- 06 물체에 열을 가하면 입자 운동이 활발해지고, 온도가 높아진다. 이때 입자 운동이 활발해지면 입자 사이의 거리가 멀어지므로 물체의 길이나 부피가 늘어나 열팽창한다.
- 07 열팽창하여도 물체의 질량은 변하지 않는다. 액체에 열을 가하면 입자가 더 활발하게 움직여 입자 사이의 거리가 멀어지므로 열팽창한다.
- 08 바이메탈을 가열하면 두 금속은 열팽창 정도가 큰 금속이 팽창한다.
- 09 바이메탈을 가열하면 열팽창 정도가 작은 금속 쪽으로 휘어진다. 따라서 금속 A쪽으로 휘어졌으므로 열팽창 정도가 큰 금속은 B이다. 바이메탈을 냉각하면 열팽창 정도가 큰 금속 B쪽으로 휘어진다.

탐구 대표문제

p.106~107

탐구 ㉠

p.106

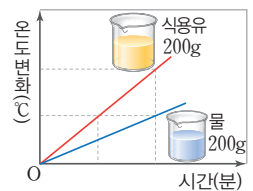
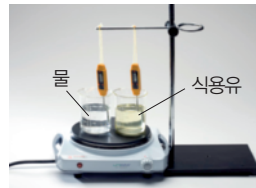
- 01 ㉡ 02 ㉣

- 01 ㉡ ㉡ | 같은 가열 장치로 동시에 가열하므로 두 물질이 흡수한 열량은 같다. 흡수한 열량과 질량이 같을 때 비열이 작은 물질일수록 온도 변화가 크다. 따라서 식용유의 온도가 물보다 많이 올라간다.

개념 바로 알기

- ① 식용유의 온도 변화가 물보다 크다.
- ③ 식을 때는 식용유의 온도가 물보다 더 빨리 내려간다.
- ④ 같은 시간 동안 식용유가 흡수한 열량과 물이 흡수한 열량은 같다.
- ⑤ 각각 온도를 1℃ 높이는 데 필요한 열량은 비열이 큰 물이 식용유보다 많다.

+ 플러스 특강 비열과 온도 변화



- 비열이 작은 물질일수록 온도 변화가 크다.
- 비열이 작은 물질일수록 가열하면 온도가 많이 올라가고, 냉각하면 온도가 많이 내려간다.
- 비열이 작은 물질일수록 온도를 변화시키는 데 필요한 열량이 적다.

- 02 ㉡ ㉣ | 같은 온도에 도달한 후 가열을 멈추면 비열이 작은 식용유가 더 빨리 식는다.

개념 바로 알기

- ① 같은 시간 동안 식용유와 물이 얻은 열량은 같다.
- ② 물의 온도가 식용유보다 더 천천히 올라간다.
- ③ 물의 비열이 식용유의 비열보다 크다.
- ⑤ 온도를 50℃ 높이기 위해 필요한 열량은 같은 질량의 식용유가 물보다 더 작다.

탐구 ㉡

p.107

- 01 ㉤ 02 ㉣

- 01 ㉤ ㉤ | 액체에 열을 가하면 액체를 이루는 입자들의 운동이 활발해져 입자 사이의 거리가 멀어지므로 부피가 커진다. 열팽창 정도가 큰 액체일수록 유리관 속 액체의 높이가 높게 올라간다. 유리관 속 액체의 높이가 높을수록 열팽창이 잘 되는 물질이다.

02 답 ④ | 액체의 열팽창 정도가 클수록 온도가 높아지면 부피가 많이 증가하여 유리관 속 액체의 높이가 더 높이 올라간다. 따라서 유리관 속 액체의 높이가 더 높은 B의 열팽창 정도가 A보다 크다. 온도가 높을수록 액체를 이루는 입자 사이의 거리가 멀어진다.

실력 다지기

p.108-111

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

01 답 ⑤ | 비열은 물질의 종류에 따라 다른 값을 가지므로 물질의 특성이 될 수 있다. 질량이 같은 물질에 같은 열량을 가할 때 비열이 클수록 온도 변화가 작다.

개념 바로 알기

ㄱ. 어떤 물체의 온도가 변할 때 물체에 공급하는 에너지의 양은 열량이다.

02 답 ④ | 열량 = 비열 × 질량 × 온도 변화이다. 따라서 물질 A의 온도를 10℃ 높이는 데 필요한 열량 = 0.22 kcal/(kg·℃) × 2 kg × 10℃ = 4.4 kcal이다.

03 답 ③ | 그래프에서 5분 동안 C의 온도 변화가 가장 작음을 알 수 있다. 따라서 비열은 C > B > A 순이므로 같은 온도까지 높이는 데 걸린 시간은 A가 가장 짧다.

개념 바로 알기

ㄱ. 그래프에서 A, B, C 중 C의 물질이 가장 온도 변화가 작으므로 C의 비열이 가장 크다.

ㄴ. B와 C의 온도 변화는 2 : 1이므로 비열과 온도 변화는 반비례하므로 B와 C의 비열은 1 : 2이다. 따라서 B의 비열은 C의 비열의 $\frac{1}{2}$ 배이다.

04 답 ⑤ | A의 온도 변화는 40℃이고, B의 온도 변화는 20℃이므로 A의 온도 변화는 B의 2배이다. 같은 세기의 불꽃으로 가열하였으므로 같은 시간 동안 두 물체가 흡수한 열량은 같고, 흡수한 열량은 시간에 비례한다. B의 온도는 2분마다 10℃ 올라가므로 50℃까지 높이려면 4분 더 가열해야 한다.

05 답 ③ | 질량이 같고 서로 다른 종류의 물체에서 비열과 온도 변화는 반비례하므로 비열의 비는 $\frac{1}{\text{온도 변화}}$ 의 비이다.

$$\frac{1}{60^{\circ}\text{C} - 30^{\circ}\text{C}} : \frac{1}{30^{\circ}\text{C} - 10^{\circ}\text{C}} = \frac{1}{30^{\circ}\text{C}} : \frac{1}{20^{\circ}\text{C}} = 2 : 3 \text{이다.}$$

06 답 ③ | 비열 $\propto \frac{1}{\text{온도 변화}}$ 이므로 물의 비열과 액체 A의 비열은 $\frac{1}{40} : \frac{1}{50} = 5 : 4$ 이다. 따라서 액체 A의 비열은 물의 비열의 $\frac{4}{5}$ 배인 0.8 kcal/(kg·℃)이다.

07 답 ③ | 공급한 열량이 같을 때 물 200 g의 온도 변화가 400 g의 2배이므로, 온도 변화는 물의 질량에 반비례한다. 물의 온도 변화는 가하는 열량에 비례하므로, 물 200 g에 5 kcal의 열량을 가하면 나중 온도는 45℃가 된다.

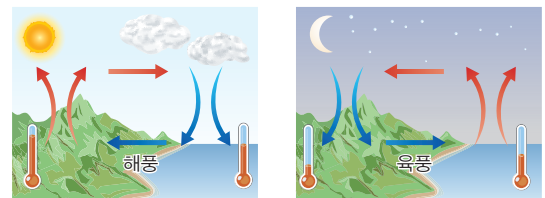
개념 바로 알기

ㄴ. 같은 물질이므로 두 물의 비열은 같다.

08 답 ④ | A의 온도가 B보다 더 빨리 변했으므로 A의 비열은 B보다 작다. 비열이 작은 A는 식용유, 비열이 큰 B는 물이다. 같은 온도까지 높이는 데 필요한 열량은 비열이 큰 B가 더 많다. 두 물질의 비열이 다르기 때문에 같은 시간 동안 온도 변화가 다르게 나타난다. 두 물질에 같은 시간 동안 가해 준 열량은 같다.

09 답 ② | 해안 지방에서는 낮에는 온도가 높은 육지 위의 공기가 가벼워져 상승하고 빈 공간에 바다의 공기가 이동하여 해풍이 분다. 또한, 밤에는 온도가 높은 바다 위의 공기가 가벼워져 상승하고 빈 공간에 육지의 공기가 이동하여 육풍이 분다. 낮에는 육지의 온도가 바다의 온도보다 높고, 밤에는 육지의 온도가 바다의 온도보다 낮다. (가)의 바람을 해풍, (나)의 바람을 육풍이라고 한다. 해륙풍은 바다와 육지의 비열 차이 때문에 생기며, 비열이 작은 육지가 비열이 큰 바다보다 빨리 데워지고 빨리 식는다.

자료 분석 해륙풍



- 낮에는 육지의 온도가 바다보다 더 빨리 올라간다. → 온도가 높은 육지의 공기가 위로 상승한다.
- 밤에는 육지의 온도가 바다보다 더 빨리 내려간다. → 온도가 낮은 육지의 공기가 아래로 하강한다.

10 답 ③ | 물은 비열이 크므로 온도를 변화시키기 어렵다. 따라서 특정한 온도까지 높일 때 다른 물질보다 많은 열량이 필요하다.

11 답 ⑤ | 뚝배기와 금속 냄비의 비열과 질량 차이로 나타나는 현상이다.

개념 바로 알기

- ① 뚝배기의 물이 금속 냄비의 물보다 늦게 끓는다.
- ② 금속 냄비의 물이 뚝배기의 물보다 빨리 끓는다.
- ③ 불을 끄고 난 후 금속 냄비의 물이 더 빨리 식는다.
- ④ 뚝배기의 비열이 금속 냄비보다 크다.

+ 플러스 특강 비열과 우리 생활

- 뚝배기는 금속 냄비보다 음식이 빨리 식지 않는다.
→ 뚝배기는 금속 냄비보다 비열과 질량의 크기 때문이다.
- 찜질팩, 보일러 냉각수에 물 사용한다.
→ 물은 다른 물질보다 비열이 커서 온도 변화가 작다.
- 사막(내륙)의 일교차가 해안 지역보다 크다.
→ 육지가 바다보다 비열이 작기 때문이다.

12 답 ④ | 기체는 기체의 종류에 관계없이 팽창하는 정도가 같다. 액체와 고체의 열팽창 정도는 물질에 따라 다르다. 열팽창은 가열하면 물질을 이루는 입자 사이의 거리가 멀어져 부피가 늘어나는 부피가 늘어나는 현상이다. 고체의 열팽창 길이는 온도 변화에 비례한다.

13 답 ② | 온도가 높아지면 액체를 이루는 입자 운동이 활발해지면서 입자 사이의 거리가 멀어지므로 액체의 부피가 늘어난다.

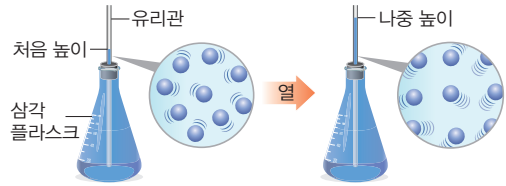
개념 바로 알기

- ① (가)는 (나)보다 온도가 낮을 때의 모습이다.
- ③ 온도에 따라 입자의 종류가 달라지지는 않는다.
- ④ 온도가 높을수록 물질의 부피는 늘어난다.
- ⑤ 온도가 높으면 입자 운동이 활발해져 입자 사이의 거리가 멀어진다.

14 답 ④ | 열팽창 정도가 큰 액체일수록 온도가 높아지면 부피가 많이 팽창하고, 열팽창 정도가 큰 액체일수록 온도가 낮아지면 부피가 많이 수축한다. 열팽창 정도가 작은 액체일수록 높이 변화가 작다.

15 답 ⑤ | 두 액체 A와 B가 열팽창할 때, 고체인 삼각 플라스트도 같이 열 팽창한다.

+ 플러스 특강 액체의 열팽창



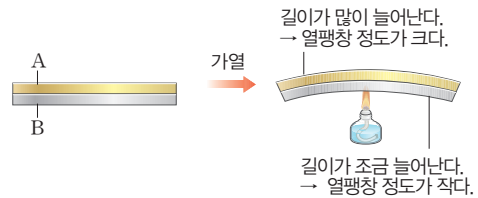
액체에 열을 가함 → 액체를 이루는 입자가 더 활발하게 움직임 → 액체 입자 사이의 거리 멀어짐 → 액체의 열팽창

16 답 ⑤ | 바이메탈을 가열했을 때 B쪽으로 휘어졌으므로 열팽창 정도는 A가 B보다 크다. 이 바이메탈을 냉각하면 열팽창 정도가 큰 A가 더 많이 수축하여 A 방향으로 휜다.

개념 바로 알기

- ① B의 열팽창 정도가 A보다 작다.
- ② A와 B는 다른 종류의 금속이다.
- ③ 온도가 낮아지면 원래 상태로 돌아온다.
- ④ 바이메탈을 가열하면 열팽창 정도가 작은 금속 쪽으로 휜다.

자료 분석 바이메탈



바이메탈을 가열하면 열팽창 정도가 큰 금속이 더 길어지므로 열팽창 정도가 작은 금속 쪽으로 휘어진다.

17 답 ③ | 바이메탈을 가열하면 열팽창 정도가 큰 금속이 더 많이 팽창해 열팽창 정도가 작은 금속 쪽으로 휘고, 냉각하면 열팽창 정도가 큰 금속이 더 많이 수축해 열팽창 정도가 큰 금속 쪽으로 휜다.

개념 바로 알기

ㄷ. 바이메탈을 가열하면 B의 길이가 A의 길이보다 더 짧아진다.

18 답 ④ | 온도가 높아지면 바이메탈은 열팽창 정도가 작은 금속 쪽으로 휘어진다. 열팽창 정도는 $B > A$, $C > A$, $B > C$ 이므로 $B > C > A$ 이다.

19 답 ② | 여름철에 다리가 팽창하므로 다리 이음매 사이의 틈은 좁아진다.

20 **답** ③ | 열평형 온도를 t 라고 하면 따뜻한 물이 잃은 열량 = 차가운 물이 얻은 열량이므로 $1 \text{ kcal}/(\text{kg} \cdot ^\circ\text{C}) \times 0.2 \text{ kg} \times (80 - t)^\circ\text{C} = 1 \text{ kcal}/(\text{kg} \cdot ^\circ\text{C}) \times 0.4 \text{ kg} \times (t - 20)^\circ\text{C}$ 이다. 즉, 열평형 온도 $t = 40^\circ\text{C}$ 이다. 비커 속의 물이 잃은 열량은 수조 속의 물이 얻은 열량과 같다. 열평형에 도달할 때까지 수조 속의 물이 얻은 열량 = $1 \text{ kcal}/(\text{kg} \cdot ^\circ\text{C}) \times 0.4 \text{ kg} \times (40 - 20)^\circ\text{C} = 8 \text{ kcal}$

21 **답** ③ | 바이메탈이 쉽게 휘어지려면 길이가 길고, 열팽창 정도의 차이가 큰 금속끼리 접합시켜 만들어야 한다. 바이메탈은 가열하면 열팽창 정도가 작은 금속 쪽으로, 냉각하면 열팽창 정도가 큰 금속 쪽으로 휘어진다. 따라서 철과 알루미늄으로 바이메탈을 만들어 가열하면 열팽창 정도가 작은 철 쪽으로 휘어진다.

서술형 다지기 p.112

01 **모범 답안** (1) $A < B < C$

(2) A

(3) 세 물체의 비열이 다르기 때문이다.

채점 기준		배점
(1)	세 물체의 비열의 크기를 옳게 쓴 경우	30 %
(2)	뜨거워진 A~C 중 가장 빨리 식는 물체를 옳게 쓴 경우	30 %
(3)	세 물체의 온도가 다르게 변한 까닭을 옳게 서술한 경우	40 %

02 육지는 바닷물보다 비열이 작아서 온도 변화가 크다. 즉, 낮에는 온도가 바닷물보다 더 높게 올라가고 밤에는 더 낮게 내려간다. 따라서 낮에는 바다에서 육지로 부는 해풍이, 밤에는 육지에서 바다로 부는 육풍이 분다.

모범 답안 (1) 육지

(2) 낮에는 육지가 바닷물보다 온도가 더 높게 올라가고, 밤에는 육지가 바닷물보다 온도가 더 낮게 내려가 낮과 밤에 바람의 방향이 바뀐다.

채점 기준		배점
(1)	육지라고 옳게 쓴 경우	50 %
(2)	낮과 밤에 바람의 방향이 바뀌는 까닭을 옳게 서술한 경우	50 %

03 액체에 열을 가하면 액체를 이루는 입자들의 운동이 활발해지고 온도가 올라간다. 운동이 활발해진 입자들은 이웃한 입자들과 더 세게, 더 자주 충돌하면서 입자 사이의 거리가 멀어지게 되어 액체의 길이나 부피가 팽창하게 된다.

모범 답안 (1) (나)

(2) 액체의 온도가 높아지면 입자 운동이 활발해지면서 입자 사이의 거리가 멀어지기 때문에 부피가 팽창한다.

채점 기준		배점
(1)	(나)라고 옳게 쓴 경우	50 %
(2)	액체의 부피가 팽창하는 까닭을 옳게 서술한 경우	50 %

04 **모범 답안** (1) A, 바이메탈의 온도가 올라가면 열팽창 정도가 작은 금속 쪽으로 휘어지기 때문이다.

(2) 온도가 내려가면 B보다 A가 더 많이 수축하므로, 바이메탈이 열팽창 정도가 큰 A 쪽으로 휘어진다.

채점 기준		배점
(1)	열팽창 정도가 큰 금속과 그 까닭을 모두 옳게 서술한 경우	50 %
	열팽창 정도가 큰 금속만 서술한 경우	25 %
(2)	바이메탈이 휘어지는 쪽과 그 까닭을 모두 옳게 서술한 경우	50 %
	바이메탈이 휘어지는 쪽만 옳게 서술한 경우	25 %

개념 한 걸음 더

p.113

01 ②

02 ④

01 **답** ② | 금속이 잃은 열량 = 물이 얻은 열량과 같다.

$$c \times 0.1 \text{ kg} \times (100 - 20)^\circ\text{C} = 1 \text{ kcal}/(\text{kg} \cdot ^\circ\text{C}) \times 0.2 \text{ kg} \times (20 - 10)^\circ\text{C}$$

에서 $c = 0.25 \text{ kcal}/(\text{kg} \cdot ^\circ\text{C})$ 이다.

자료 분석 금속의 비열 측정

1. 찬물에 뜨거운 금속을 넣는다.
2. 물과 금속은 열평형에 도달한다.
3. 금속이 잃은 열량 = 물이 얻은 열량을 이용하여 금속의 비열을 측정한다.

$$\text{금속이 잃은 열량} = \text{금속의 (비열} \times \text{질량} \times \text{온도 변화)} = \text{물이 얻은 열량} = \text{물의 (비열} \times \text{질량} \times \text{온도 변화)}$$

$$\rightarrow \text{금속의 비열} = \frac{\text{물의 비열} \times \text{물의 질량} \times \text{물의 온도 변화}}{\text{금속의 질량} \times \text{금속의 온도 변화}}$$

02 **답** ④ | 전기다리미, 전기밥솥, 토스터, 헤어드라이어, 전기장판 등은 과열을 방지하기 위해 일정 온도 이상에서 회로에 흐르는 전류를 차단해 주는 바이메탈을 온도 조절 장치로 사용한다.

개념 바로 알기

① B의 열팽창 정도가 A보다 크다.

② 온도가 높아지면 A가 B보다 짧아진다.

③ 온도가 높아지면 바이메탈이 휘면서 전기다리미에 흐르는 전류가 차단된다.

⑤ 온도가 높아지면 바이메탈이 열팽창 정도가 작은 금속 쪽으로 휘어진다.

10 운동

개념 확인 Quiz

p.117

- 1 속력 2 등속 운동, 등속 직선 운동 3 자유 낙하 운동
4 중력 가속도

자료 보고 개념 다지기

p.118~119

- 01 ① 속력, ② 평균 속력 02 (1) 2 m/s (2) 100 m (3) 20 m/s
03 25 km/h 04 (1) A (2) C (3) ㄱ, ㄷ 05 (1) 4 m/s (2) 64 m
06 (1) × (2) ○ (3) ○ (4) × 07 ㄱ, ㄷ 08 1.63 m/s 09 1 : 1 : 1

- 01 물체의 빠르기를 나타내는 양으로 물체가 단위 시간당 이동한 거리를 속력이라고 하고, 물체의 속력이 일정하지 않을 때 이동 거리를 걸린 시간으로 나누어 구한 값을 평균 속력이라고 한다.

- 02 속력 = $\frac{\text{이동 거리}}{\text{걸린 시간}}$, 이동 거리 = 속력 × 걸린 시간

$$(1) \text{속력} = \frac{\text{이동 거리}}{\text{걸린 시간}} = \frac{10 \text{ m}}{5 \text{ s}} = 2 \text{ m/s}$$

$$(2) \text{이동 거리} = \text{속력} \times \text{걸린 시간} = 10 \text{ m/s} \times 10 \text{ s} = 100 \text{ m}$$

$$(3) 72 \text{ km/h} = \frac{72,000 \text{ m}}{3,600 \text{ s}} = 20 \text{ m/s}$$

- 03 평균 속력 = $\frac{\text{전체 이동 거리}}{\text{걸린 시간}} = \frac{100 \text{ km}}{4 \text{ h}} = 25 \text{ km/h}$

- 04 시간-이동 거리 그래프의 기울기는 속력을 의미하므로 그래프의 기울기가 가장 큰 A의 속력이 가장 빠르고, 그래프의 기울기가 가장 작은 C의 속력이 가장 느리다. 무빙 워크, 에스컬레이터 등은 속력이 일정한 등속 직선 운동이다.

- 05 (가)에서 물체의 속력은 속력 = $\frac{\text{이동 거리}}{\text{걸린 시간}} = \frac{16 \text{ m}}{4 \text{ s}} = 4 \text{ m/s}$

이고, 시간-속력 그래프의 넓이는 이동 거리이므로 (나)에서 0~4초 동안 이동한 거리는 $16 \text{ m/s} \times 4 \text{ s} = 64 \text{ m}$ 이다.

- 06 정지해 있던 물체가 아래로 떨어질 때 물체의 속력은 점점 증가한다. 공기의 저항이 없을 때 10 kg인 물체와 1 kg인 물체를 동시에 떨어뜨리면 두 물체는 동시에 떨어진다.

- 07 농구공을 높은 곳에서 가만히 떨어뜨리면 공의 속력은 일정하게 증가하며, 일정한 크기의 중력이 공에 작용한다.

개념 바로 알기

- ㄴ. 공의 운동 방향은 변하지 않는다.
ㄷ. 중력은 공의 운동 방향과 같은 방향으로 작용한다.

- 08 달에서 중력 가속도는 지구의 중력 가속도의 $\frac{1}{6}$ 배이므로

자유 낙하 운동에서 1초 동안 속력의 변화는 9.8 m/s 의 $\frac{1}{6}$ 배인 1.63 m/s 이다.

- 09 세 물체에 작용하는 중력의 크기는 C가 가장 크지만 공기의 저항이 없을 때 자유 낙하 운동은 질량에 관계없이 속력의 변화가 일정하다.

탐구 대표문제

p.120~121

탐구 ④

p.120

- 01 ②, ⑤ 02 ⑤

- 01 답 ②, ⑤ | 승용차는 2초마다 30 m씩 이동하고 화물차는 2초마다 20 m씩 이동하므로 속력이 일정한 운동을 한다.

$$2\sim 4\text{초 동안 화물차의 평균 속력} = \frac{20 \text{ m}}{2 \text{ s}} = 10 \text{ m/s} \text{이다.}$$

개념 바로 알기

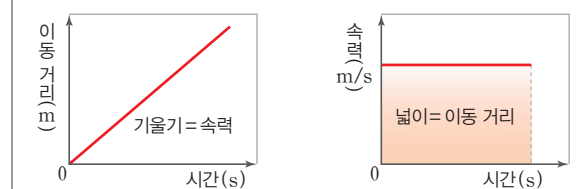
① 승용차는 10초 동안 150 m를 갔으므로 속력 15 m/s 이고, 화물차는 10초 동안 100 m를 갔으므로 속력은 10 m/s 이다. 따라서 승용차가 화물차보다 빠르다.

③ 화물차는 속력이 일정한 운동을 한다.

④ 2~4초 동안 승용차가 이동한 거리는 $60 \text{ m} - 30 \text{ m} = 30 \text{ m}$ 이다.

- 02 답 ⑤ | 시간-속력 그래프에서 그래프 아랫부분의 넓이는 이동 거리를 나타낸다.

+ 플러스 특강 등속 직선 운동



- 시간-이동 거리 그래프: 기울기가 일정한 직선 모양이다.
- 시간-속력 그래프: 시간축과 나란한 직선 모양이다.

탐구 ⑤

p.121

- 01 ④ 02 ③

- 01 답 ④ | 일정한 크기의 중력이 작용하며, 물체에 작용하는 중력의 크기는 물체의 무게이다. 공의 속력은 시간에 비례하여 일정하게 증가하고 공의 낙하 거리는 시간에 비례하여 점점 증가한다. 공의 운동 방향과 같은 방향으로 중력이 작용한다.

- 02 답 ③ | 공에 일정한 크기의 중력이 작용하며, 공이 자유 낙하 하는 운동은 시간에 비례하여 속력이 일정하게 증가한다.

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

01 답 ④ | 속력은 물체가 단위 시간 동안 이동한 거리이므로 같은 시간 동안 이동한 거리가 길수록 속력은 빠르다.

02 답 ② | 속력 = $\frac{\text{이동 거리}}{\text{걸린 시간}}$ 이므로 각각의 속력을 구하면

$$(가) 10초에 40 m를 간 토끼의 속력 = \frac{40 m}{10 s} = 4 m/s$$

$$(나) 1분에 300 m를 댄 어린이의 속력 = \frac{300 m}{60 s} = 5 m/s$$

$$(다) 10분에 3 km를 간 자전거의 속력 = \frac{3,000 m}{600 s} = 5 m/s$$

$$(라) 1시간에 36 km를 간 자동차의 속력 = \frac{36,000 m}{3,600 s} = 10 m/s$$

따라서 속력이 가장 느린 운동은 10초 동안 40 m를 간 토끼이고 속력이 가장 빠른 운동은 1시간에 36 km를 간 자동차이다.

03 답 ③ | 치타의 속력 = $\frac{40 m}{5 s} = 8 m/s$ 이므로 72 m를 이동하는 데 걸리는 시간은 $\frac{72 m}{8 m/s} = 9초$ 이다.

04 답 ⑤ | 시간—이동 거리 그래프의 기울기는 속력을 나타낸다. 6~8초 동안의 기울기(속력)가 0~2초 동안의 기울기(속력)의 2배이므로 6~8초 동안의 속력이 0~2초 동안의 속력의 2배이다.

개념 바로 알기

① 0~2초 동안은 그래프의 기울기가 일정하므로 속력이 일정하다.

② 2~6초 동안은 이동 거리 변화가 없으므로 정지한 상태이다.

③ 6~8초 동안 이동한 거리는 $12 m - 4 m = 8 m$ 이다.

④ 0~8초 동안의 평균 속력 = $\frac{12 m}{8 s} = 1.5 m/s$ 이다.

05 답 ⑤ | 표를 이용하여 물체 A, B의 속력을 구하면

$$A \text{의 속력} = \frac{12 m}{4 s} = 3 m/s, B \text{의 속력} = \frac{24 m}{4 s} = 6 m/s \text{이다.}$$

등속 직선 운동은 속력이 일정하므로 시간—속력 그래프는 시간 축과 나란한 직선으로 그려진다.

06 답 ③ | 이동 거리 = 속력 × 걸린 시간이므로 속력이 일정하면 이동 거리는 시간에 비례한다.

07 답 ⑤ | A의 속력은 $\frac{10 m}{5 s} = 2 m/s$ 이고, B의 속력은 $\frac{5 m}{5 s} = 1 m/s$ 이므로 A가 B보다 2배 빠르다. A와 B 모두 속력이 일정한 운동을 한다. A는 10초 후 이동 거리는 20 m이고, B는 10초 후 이동 거리는 10 m이므로 10초 후 A와 B의 이동 거리의 차는 10 m이다.

08 답 ⑤ | 0~10초 동안 A의 이동한 거리 = $\frac{1}{2} \times 20 m/s \times 10 s = 100 m$ 이고, B의 이동한 거리 = $10 m/s \times 10 s = 100 m$ 이므로 A와 B는 같다.

개념 바로 알기

① 0~5초 동안 A는 25 m, B는 50 m 이동하였다.

② A는 속력이 일정하게 증가하는 운동이고, B는 등속 직선 운동을 한다.

③ 5초일 때, A와 B는 만나지 않는다.

④ A와 B의 평균 속력은 같다.

09 답 ① | 시간—속력 그래프에서 그래프 아랫부분의 넓이는 이동 거리를 나타낸다. 물체의 속력이 4 m/s로 일정하므로 10초 동안의 이동 거리 = $4 m/s \times 10 s = 40 m$ 이다.

개념 바로 알기

ㄴ. 물체의 속력은 일정하다.

ㄷ. 그래프 아랫부분의 넓이는 이동 거리를 나타낸다.

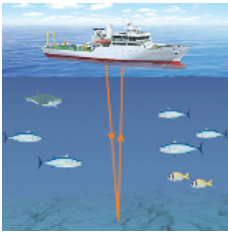
10 답 ② | 그림은 1초에 2 m씩 일정하게 증가하는 등속 직선 운동을 나타내고 있다. 등속 직선 운동은 속력이 일정한 운동으로 시간에 따라 이동 거리가 일정하게 증가한다.

11 답 ② | 0~5초 동안 속력은 $\frac{10 m}{5 s} = 2 m/s$ 이다.

12 답 ④ | A의 이동 거리 = 속력 × 걸린 시간 = $5 m/s \times 20 s = 100 m$ 이고, B의 이동 거리 = $3 m/s \times 20 s = 60 m$ 이다. 따라서 20 초 후 두 물체 사이의 거리는 $100 m - 60 m = 40 m$ 이다.

13 답 ② | 탐사선에서 보낸 신호의 왕복 시간이 1초이므로 탐사선에서 바닥까지 가는 데 걸리는 시간은 0.5초이다. 이동 거리 = 속력 × 걸린 시간 = $1,500 m/s \times 0.5 s = 750 m$ 이다.

자료 분석 바다의 깊이 측정



- 탐사선에서 보낸 신호가 되돌아오는 데 걸린 시간 = 1초
- 탐사선에서 보낸 신호가 바닥까지 가는 데 걸린 시간 = 0.5초
- 신호의 속력이 일정하므로 이동 거리는 속력 × 걸린 시간으로 구한다.
- 탐사선에서 바닥까지의 거리 = $1,500 \text{ m/s} \times 0.5 \text{ s} = 750 \text{ m}$

- 14 답 ④ | 공에 중력이 작용하는 자유 낙하 하는 운동이다. 이때 공은 일정한 크기의 중력을 받으므로 공에 작용하는 힘의 방향은 아래쪽이다.

개념 바로 알기

- ① 낙하하는 공은 중력이 작용한다.
- ② 운동 방향이 변하지 않는다.
- ③ 공과 공 사이의 간격이 점점 증가한다.
- ⑤ 공에 작용하는 힘의 크기는 일정하다.

- 15 답 ③ | 공은 아래 방향으로 중력을 받아 아래로 갈수록 점점 빨라지는 운동을 한다. 공에 작용하는 힘의 방향은 아래쪽이다.

개념 바로 알기

ㄷ. 같은 시간 동안 낙하 거리가 점점 증가하므로 전체 낙하 거리는 걸린 시간에 비례하지 않는다.
 ㄹ. 같은 조건에서 이 실험을 한다면 달의 중력이 지구보다 작으므로 속력의 변화가 작아 공 사이의 간격이 좁아진다.

- 16 답 ④ | 높은 곳에 공을 가만히 떨어뜨리면 공은 속력이 일정하게 증가하는 운동을 한다. 시간-속력 그래프에서 이동 거리는 그래프 아랫부분의 넓이와 같고 나중 거리 속력이 20 m이므로 이 공의 처음 높이는 삼각형의 넓이와 같으므로 20 m이다.

- 17 답 ④ | 공의 운동 방향과 나란하게 힘이 작용하면 물체의 운동 방향은 변하지 않고 속력만 변한다. 일정한 시간 간격으로 공의 위치를 나타내었으므로, 공과 공 사이의 거리가 갈수록 속력이 빠르다. 0~1.4초 동안 공이 이동한 거리가 98 cm이므로, 평균 속력은

$$\frac{\text{전체 이동 거리}}{\text{걸린 시간}} = \frac{98 \text{ cm}}{1.4 \text{ s}} = 70 \text{ cm/s} = 0.7 \text{ m/s}$$

- 18 답 ④ | 진공 중에서 낙하하는 물체에는 아래 방향으로 일정한 크기의 중력이 작용하여 속력이 일정하게 증가한다.

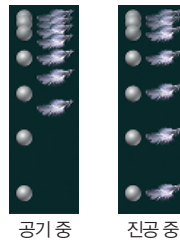
개념 바로 알기

- ① 물체의 운동 방향은 변하지 않는다.

- ② 진공 중에는 질량과 상관없이 속력이 같은 비율로 증가한다.
- ③ 속력이 일정하게 증가하는 운동을 한다.
- ⑤ 질량이 큰 물체와 질량이 작은 물체는 동시에 바닥에 도달한다.

- 19 답 ④ | 중력은 접촉하지 않아도 작용하는 힘으로, 공기의 유무에 관계없이 쇠구슬과 깃털에 작용한다. 공기 중 (가)에서는 깃털이 쇠구슬보다 공기 저항을 크게 받아 나중에 떨어진다. 진공 중 (나)에서는 공기 저항이 없기 때문에 쇠구슬과 깃털은 속력이 같은 비율로 증가하여 동시에 지면에 도달한다.

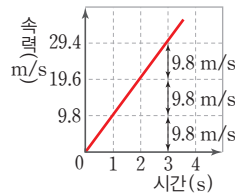
자료 분석 쇠구슬과 깃털의 낙하 운동



→ 공기 중에서는 공기 저항 때문에 쇠구슬이 깃털보다 먼저 지면에 도달하지만 진공 중에서는 쇠구슬과 깃털의 속력 변화가 같으므로 지면에 동시에 도달한다.

- 20 답 ③ | 자유 낙하 하는 물체는 1초에 9.8 m/s씩 속력이 증가한다. 5초 후의 속력은 $9.8 \text{ m/s}^2 \times 5 \text{ s} = 49 \text{ m/s}$ 가 된다.

+ 플러스 특강 자유 낙하 운동의 시간-속력 그래프



- 물체의 속력은 시간에 비례하여 일정하게 증가한다.
- 1초에서 속력은 9.8 m/s, 2초에서 속력은 19.6 m/s, 3초에서 속력은 29.4 m/s이다. → 1초 동안 속력 변화는 9.8 m/s이다.

- 21 답 ⑤ | 그래프에서 버스는 속력이 일정하고 자동차는 속력이 일정하게 증가하는 운동을 하였다. 10초 동안 자동차의 평균 속력은 $\frac{(0+25) \text{ m/s}}{2} = 12.5 \text{ m/s}$ 이다. 6초 때 자동차의 속력은 버스의 속력과 같아지며, 10초 동안 이동 거리는 시간-속력 그래프에서 아랫부분의 넓이에 해당하므로 버스는 $15 \text{ m/s} \times 10 \text{ s} = 150 \text{ m}$ 이고, 자동차는 $\frac{1}{2} \times 25 \times 10 = 125 \text{ m}$ 이다. 따라서 버스가 자동차보다 25 m 더 이동하였다.

22 **답** ⑤ | 시간—속력 그래프에서 넓이는 이동 거리이므로 5초 동안 A의 이동 거리는 $20 \text{ m/s} \times 5 \text{ s} = 100 \text{ m}$ 이고, B의 이동 거리는 $15 \text{ m/s} \times 5 \text{ s} = 75 \text{ m}$ 이다. 따라서 5초 동안 이동한 거리(A : B)는 4 : 3이다.

23 **답** ④ | 자유 낙하 운동은 정지해 있던 물체가 중력을 받아 지면으로 떨어질 때 속력이 빨라지는 운동이다. 자유 낙하 운동은 속력이 1초에 9.8 m/s 씩 일정하게 증가하며, 물체의 작용하는 힘의 방향과 운동 방향이 같다.

개념 바로 알기

ㄴ. 시간에 따른 속력의 그래프를 그리면 직선 그래프가 된다.

서술형 다지기

p.126

01 **모범 답안** (1) 남학생: $\frac{7,200 \text{ m}}{2 \times 3,600 \text{ s}} = 1 \text{ m/s}$,

여학생: $\frac{100 \text{ m}}{25 \text{ s}} = 4 \text{ m/s}$

(2) 100초, 걸린 시간 = $\frac{\text{전체 이동 거리}}{\text{평균 속력}} = \frac{100 \text{ m}}{1 \text{ m/s}} = 100 \text{ 초}$

채점 기준		배점
(1)	남학생과 여학생의 평균 속력을 모두 옳게 쓴 경우	50 %
	둘 중 하나만 옳게 쓴 경우	25 %
(2)	남학생이 걸린 시간과 풀이 과정이 모두 옳게 쓴 경우	50 %
	남학생의 걸린 시간만 옳게 쓴 경우	25 %

02 **모범 답안** (1) $\frac{1}{2} \times (6 \text{ m/s} \times 10 \text{ s}) = 30 \text{ m}$

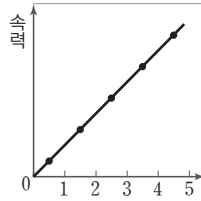
(2) 속력이 일정하게 운동하는 상태이다.

(3) A 구간에서 물체의 이동 거리는 30 m, B 구간에서 물체의 이동 거리는 60 m, C 구간에서 물체의 이동 거리는 30 m 이므로 총 120 m이다. 따라서 물체의 30초 간 평균 속력은

$\frac{120 \text{ m}}{30 \text{ s}} = 4 \text{ m/s}$ 이다.

채점 기준		배점
(1)	A 구간에서 물체의 이동 거리를 풀이 과정과 함께 모두 옳게 서술한 경우	40 %
(2)	속력이 일정하다고 서술한 경우	30 %
(3)	물체의 30초 간 평균 속력을 옳게 서술한 경우	30 %

03 **모범 답안** (1) 같은 시간 동안 이동한 거리가 점점 증가한다.
(2) 자유 낙하 운동의 시간—속력 그래프는 원점을 지나는 직선 모양이 된다.



(3) 달의 중력이 지구 중력보다 더 작으므로 속력의 변화가 적어 공과 공 사이의 간격이 좁아진다.

채점 기준		배점
(1)	물체의 이동 거리가 점점 증가한다고 서술한 경우	30 %
(2)	자유 낙하 운동에서 시간—속력 그래프를 옳게 나타낸 경우	40 %
(3)	달의 중력과 비교하여 공과 공 사이의 간격을 옳게 서술한 경우	30 %

04 중력만 작용하여 낙하할 때 물체의 질량에 관계없이 속력 변화가 일정하기 때문에 쇠구슬과 깃털이 동시에 지면에 도달한다.

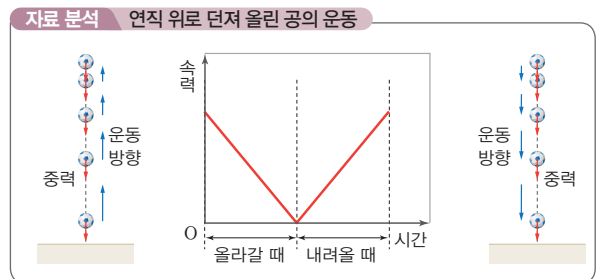
채점 기준		배점
쇠구슬과 깃털이 동시에 떨어지는 까닭을 물체의 속력 변화와 관련지어 서술한 경우		100 %
속력 변화가 일정하다는 설명없이 쇠구슬과 깃털에 작용한 힘만 서술한 경우		50 %

개념 한 걸음 더

p.127

01 ④ **02** ③

01 **답** ④ | 위로 올라가는 동안에는 중력이 공의 운동 방향과 반대 방향으로 작용하여 속력이 일정하게 감소하고, 내려오는 동안에는 중력이 공의 운동 방향과 같은 방향으로 작용하여 속력이 일정하게 증가한다.



02 **답** ③ | 자유 낙하와 수평으로 던진 물체는 모두 연직 방향으로 중력을 받아 속력이 일정하게 증가하는 운동을 하며, 매 순간 같은 높이에 위치한다. 두 물체의 질량이 같기 때문에 A와 B에 작용하는 중력의 크기가 같으며, 방향은 모두 연직 방향이다.

개념 바로 알기

ㄴ. A와 B는 모두 수평 방향으로 힘을 받지 않는다.

11 일과 에너지

개념 확인 Quiz

p.129

- 1 힘 2 일의 양 3 위치 에너지 4 운동 에너지

자료 보고 개념 다지기

p.130~131

- 01 ㄱ, ㄷ 02 (1) 20 J (2) 0 J (3) 98 J 03 18 J 04 40 N
 05 (1) 19.6 N (2) 49 J 06 24.5 J 07 (1) 비례 (2) 커 (3) 다르다
 08 ㄱ, ㄷ 09 (나) 10 (1) ○ (2) × (3) ○ (4) × 11 2 : 1

- 01 일의 단위는 J(줄)이고, 이동 거리-힘 그래프의 넓이는 한 일의 양을 나타낸다.

개념 바로 알기

- ㄴ. 일의 양은 힘과 이동 거리에 비례한다.
 ㄷ. 힘의 방향과 물체의 이동 방향이 수직이면 일의 양은 0이다.

- 02 (1) 일의 양은 힘의 크기와 이동 거리의 곱이므로 $10 \text{ N} \times 2 \text{ m} = 20 \text{ J}$ 이다.

- (2) 힘의 방향과 이동 방향이 수직이므로 한 일의 양은 0 J이다.
 (3) 질량이 5 kg이므로 무게로 나타내면 $9.8 \times 5 \text{ kg} = 49 \text{ N}$ 이므로 $49 \text{ N} \times 2 \text{ m} = 98 \text{ J}$ 이다.

- 03 이동 거리-힘 그래프에서 넓이는 일의 양이므로, 일의 양 $= 3 \text{ N} \times 6 \text{ m} = 18 \text{ J}$ 이다.

- 04 중력에 대해 한 일=물체의 무게(N)×들어 올린 높이(m)이므로 $60 \text{ J} = \text{물체의 무게(N)} \times 1.5 \text{ m}$ 에서 물체의 무게는 40 N이다.

- 05 물체의 무게는 $9.8 \times \text{질량(kg)}$ 이므로 $9.8 \times 2 \text{ kg} = 19.6 \text{ N}$ 이고, 물체를 들어 올릴 때는 중력에 대해 한 일이므로 $9.8 \times 2 \text{ kg} \times 2.5 \text{ m} = 49 \text{ J}$ 이다.

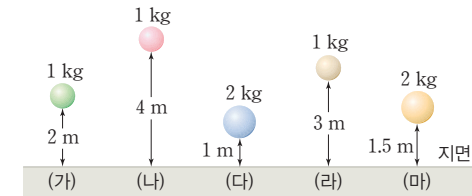
- 06 1 kg인 물체에 작용하는 중력의 크기는 9.8 N이므로 5 kg인 물체에 작용하는 중력은 $9.8 \times 5 \text{ kg} = 49 \text{ N}$ 이다. 따라서 중력이 한 일은 $49 \text{ N} \times 0.5 \text{ m} = 24.5 \text{ J}$ 이다.

- 07 중력에 의한 위치 에너지는 물체의 질량에 비례한다. 물체가 기준면으로부터 높은 곳에서 떨어질수록 중력에 의한 위치 에너지는 커진다. 기준면에 따라 중력에 의한 위치 에너지의 크기는 다르다.

- 08 위치 에너지는 물체의 질량과 높이에 각각 비례한다.

- 09 중력에 의한 위치 에너지는 질량이 클수록, 높이가 높을수록 크므로 질량과 높이의 곱이 가장 큰 (나)의 중력에 의한 위치 에너지가 가장 크다.

자료 분석 기준면에 따른 물체의 위치 에너지



구분	(가)	(나)	(다)	(라)	(마)
질량×높이	2	4	2	3	3.5

- 10 운동 에너지는 물체의 질량에 비례하고 속력의 제곱에 비례하므로 속력을 2배로 하면 운동 에너지는 4배로 증가한다.

- 11 운동 에너지는 속력의 제곱에 비례한다. 질량이 같을 때 A와 B의 운동 에너지의 비는 4 : 1이므로 $4 : 1 = v_A^2 : v_B^2$ 에서 $v_A : v_B = 2 : 1$ 이다.

탐구 대표 문제

p.132~133

탐구 ④

p.132

- 01 ③ 02 ③ 03 ④

- 01 탐 ③ | 나무 도막에 받는 마찰력은 일정하다.

+ 플러스 특강 위치 에너지에서 일로의 전환

위치 에너지의 감소량=일의 증가량
 $9.8 \times \text{질량} \times \text{높이} = \text{힘} \times \text{이동 거리}$

나무 도막의 이동 거리 \propto 추의 질량
 나무 도막의 이동 거리 \propto 추의 높이



- 02 탐 ③ | 위치 에너지와 추의 높이와의 관계를 알아보기 위한 실험이므로 낙하시키는 추의 질량과 나무 도막에 작용하는 마찰력의 크기는 일정하게 유지시켜야 한다.

- 03 탐 ④ | 위치 에너지는 물체의 질량에 비례한다. (3)에서 (2)와 비교했을 때 추의 질량이 2배가 되었으므로 나무 도막이 움직인 거리가 2배가 되어 20 cm가 된다.

자료 분석 추의 질량, 높이와 나무 도막이 움직인 거리 실험

실험	추의 질량	추의 높이	나무 도막이 움직인 거리
(1)	10 kg	5 cm	5 cm
(2)	10 kg	10 cm	10 cm
(3)	20 kg	10 cm	20 cm

- (2)의 추의 높이는 (1)의 2배이므로 나무 도막이 움직인 거리가 2배가 된다.
- (3)의 추의 질량이 (2)의 2배이므로 나무 도막이 움직인 거리가 2배가 된다.
- (1)과 (3)을 비교할 때 (3)의 추의 질량, 추의 높이가 각각 2배이므로 (3)에서 나무 도막이 움직인 거리는 (1)의 4배가 된다.

01 ②

02 ④

03 ②

01 답 ② | 나무 도막의 이동 거리는 구슬의 질량에 비례하고 속력의 제곱에 비례한다.

02 답 ④ | 운동 에너지는 질량에 비례하고 속력의 제곱에 비례하므로 물체 A의 운동 에너지는 물체 B의 8배이다.

03 답 ② | A와 B의 질량이 같을 때 B의 운동 에너지는 A보다 4배 더 크므로 B의 속력은 A보다 2배 더 크다.

실력 다지기

p.134~137

01 ④

02 ①

03 ④

04 ①

05 ④

06 ⑤

07 ③

08 ③

09 ③

10 ⑤

11 ②

12 ④

13 ④

14 ④

15 ③

16 ③

17 ②

18 ④

19 ②

20 ③

21 ⑤

22 ④

23 ④

01 답 ④ | 과학에서의 일은 물체에 힘을 작용하여 힘의 방향으로 이동시켰을 때를 의미한다.

①, ③ 이동 거리가 0이다.

② 정신적인 활동은 과학에서의 일이 아니다.

⑤ 힘의 방향과 물체의 이동 방향이 수직이므로 한 일의 양은 0이다.

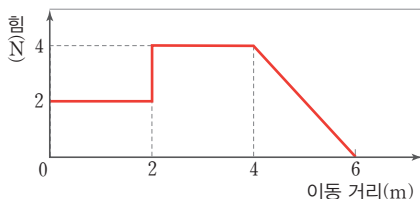
02 답 ① | 가방을 드는 힘의 방향과 가방의 이동 방향이 수직이기 때문에 한 일의 양은 0 J이다.

03 답 ④ | 물체를 끌어당기는 힘의 크기가 5 N이므로 힘이 한 일의 양은 $5 \text{ N} \times 5 \text{ m} = 25 \text{ J}$ 이다.

04 답 ① | 이동 거리-힘 그래프의 넓이는 한 일의 양을 나타내므로 물체를 6 m 이동시키는 동안 한 일의 양은

$$(2 \text{ N} \times 2 \text{ m}) + (4 \text{ N} \times 2 \text{ m}) + \left(\frac{1}{2} \times 4 \text{ N} \times 2 \text{ m}\right) = 16 \text{ J} \text{이다.}$$

자료 분석 사다리꼴 넓이를 이용하여 한 일의 양 구하기



이동 거리-힘 그래프의 넓이는 한 일의 양을 의미하므로 사다리꼴 넓이를 이용하여 구할 수도 있다.

• 0~2초 동안 직사각형의 넓이: $2 \text{ N} \times 2 \text{ m} = 4 \text{ J}$

• 2~6초 동안 사다리꼴의 넓이: $\frac{1}{2} \times (2 \text{ m} + 4 \text{ m}) \times 4 \text{ N} = 12 \text{ J}$

05 답 ④ | 물체를 들어 올리는 데 필요한 최소한의 힘의 크기는 $9.8 \times 10 \text{ kg} = 98 \text{ N}$ 이고, 물체를 들어 올리는 데 한 일의 양은 $98 \text{ N} \times 2 \text{ m} = 196 \text{ J}$ 이다.

06 답 ⑤ | 사람이 시계에 한 일의 양 $= 20 \text{ N} \times 0.2 \text{ m} = 4 \text{ J}$ 이다.

개념 바로 알기

① 중력에 대하여 일을 한 것이다.

② 시계의 무게는 20 N이다.

③ 시계의 질량은 20 kg가 아니다.

④ 시계에 작용하는 중력은 20 N이다.

07 답 ③ | 물체가 한 일의 양은 물체에 작용한 힘과 이동 거리의 곱이다. (가) $(9.8 \times 5) \text{ N} \times 2 \text{ m} = 98 \text{ J}$, (나) 등속 원운동을 하므로 한 일의 양은 0 J이다. (다) $5 \text{ N} \times 2 \text{ m} = 10 \text{ J}$, (라) $10 \text{ N} \times 2 \text{ m} = 20 \text{ J}$ 이다. 따라서 일을 많이 한 순서는 (가)-(라)-(다)-(나) 순이다.

08 답 ③ | 에너지는 일을 할 수 있는 능력으로 물체에 일을 해주면 물체의 에너지가 증가하고 물체가 일을 하면 물체의 에너지가 감소한다. 즉, 일과 에너지는 서로 전환될 수 있으므로 에너지의 단위는 일의 단위와 같은 J(줄)을 사용한다.

09 답 ③ | 지면을 기준으로 할 때 지면에서 1 m 높이에 있는 질량 1 kg인 물체의 위치 에너지는 9.8 J이다.

10 답 ⑤ | 위치 에너지는 질량과 높이에 비례하므로 위치 에너지의 비는 질량 \times 높이의 비와 같다. 따라서 A의 위치 에너지 : B의 위치 에너지 $= (3 \text{ kg} \times 2 \text{ m}) : (5 \text{ kg} \times 1 \text{ m}) = 6 : 5$ 이다.

11 답 ② | 베란다 기준으로 할 때 중력에 의한 위치 에너지는 $(9.8 \times 10 \text{ N}) \times 1 \text{ m} = 98 \text{ J}$ 이고, 지면을 기준으로 할 때 중력에 의한 위치 에너지는 $(9.8 \times 10 \text{ N}) \times 3 \text{ m} = 294 \text{ J}$ 이다.

12 답 ④ | 말뚝이 박히는 깊이는 추의 위치 에너지에 비례하는데, 추의 위치 에너지가 2배로 증가하였으므로 말뚝이 박히는 깊이도 2배로 증가한다.

13 답 ④ | 나무 도막의 이동 거리는 질량과 추의 곱에 비례하므로 4배 더 밀려난다. 따라서 나무 도막이 밀려나는 거리는 $20 \text{ cm} \times 4 = 80 \text{ cm}$ 이다.

14 답 ④ | 시간-속력 그래프에서 넓이는 이동 거리를 나타내므로, 이동 거리 $\frac{1}{2} \times 10 \times 10 = 50 \text{ (m)}$ 이다. 따라서 중력에 의한 위치 에너지는 $(9.8 \times 10) \text{ N} \times 50 \text{ m} = 4,900 \text{ J}$ 이다.

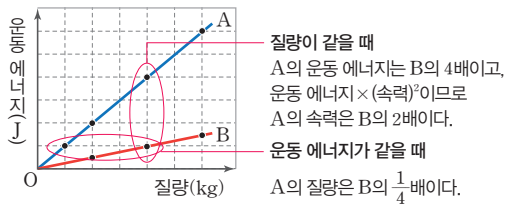
- 15 답 ③ | A 자동차 운동 에너지는 $\frac{1}{2} \times 4 \times 10^2 = 200$ J이고, B 자동차의 운동 에너지는 $\frac{1}{2} \times 8 \times 5^2 = 100$ J이므로 A의 운동 에너지는 B의 2배이다.

- 16 답 ③ | 그래프에서 A, B 모두 질량이 2배가 되면 운동 에너지가 2배가 됨을 알 수 있다. 즉, 운동 에너지는 물체의 질량에 비례한다. 또한, 그래프의 모양을 통해서도 비례함을 알 수 있다. 운동 에너지 \propto 속력²이므로 A의 속력은 B의 2배이다.

개념 바로 알기

- ① 물체의 운동 에너지는 물체의 질량에 비례한다.
 ② 그래프에서 운동 에너지가 같을 때 A의 질량은 B의 $\frac{1}{4}$ 배임을 알 수 있다.
 ④, ⑤ 질량이 같을 때 A의 운동 에너지가 B의 4배이므로 A의 속력은 B의 2배이고, A는 B보다 4배 더 많은 일을 할 수 있다.

자료 분석 질량과 운동 에너지의 관계



- 17 답 ② | 그래프를 통해 질량과 운동 에너지는 비례함을 알 수 있다. 질량이 2 kg으로 일정할 때 A와 B의 운동 에너지의 비가 1 : 4이므로, B의 속력이 A의 2배임을 알 수 있다.

개념 바로 알기

ㄷ. A의 질량이 8 kg이라면 운동 에너지는 16 J이다.

- 18 답 ④ | 수레의 운동 에너지는 속력의 제곱에 비례하는데 속력이 1 m/s일 때 나무 도막의 이동 거리가 2 cm이므로, 속력이 3배인 3 m/s가 되면, 이동 거리는 9배인 18 cm가 된다.
- 19 답 ② | 그래프로부터 A와 B의 질량이 2 kg, C와 D의 질량은 1 kg임을 알 수 있다. A와 C는 질량이 일정할 때 운동 에너지의 비가 2 : 1이므로 질량의 비도 2 : 1이다.

개념 바로 알기

- ① A와 B의 질량은 같다.
 ③ A의 질량은 D의 2배이다.
 ④ B의 질량은 C의 2배이다.
 ⑤ B의 운동 에너지는 A의 운동 에너지의 4배이다.

- 20 답 ③ | 받은 일 = 운동 에너지의 증가량이므로

$10 \text{ N} \times s = \frac{1}{2} \times 2 \text{ kg} \times \{(4 \text{ m/s})^2 - (2 \text{ m/s})^2\}$ 에서 $s = 1.2 \text{ m}$ 이다. 따라서 힘을 작용하는 동안 물체의 이동 거리는 1.2 m이다.

- 21 답 ⑤ | 공을 던져 올려 위로 올라가는 동안 중력에 대한 일을 하게 되므로 A → B 구간에서는 위치 에너지가 증가한다. 만약 A와 C의 높이가 같다면 A와 C 위치에서 중력에 의한 위치 에너지의 크기는 같다.

개념 바로 알기

- ㄱ. 공이 아래로 내려오는 동안 중력이 일을 한다.
 ㄷ. B에서 C로 가는 동안 공의 운동 에너지는 증가한다.

- 22 답 ④ | 물체가 한 일의 양 = 수직 방향으로 한 일의 양 + 물체를 들고 이동한 일의 양 + 책상 위에서 민 일의 양
 $= (9.8 \times 2) \text{ N} \times 1 \text{ m} + 0 \text{ J} + (3 \text{ N} \times 1 \text{ m}) = 22.6 \text{ J}$

- 23 답 ④ | 지면을 기준면으로 할 때 물체가 가지는 중력에 의한 위치 에너지는 $9.8 \times 5 \text{ kg} \times 5 \text{ m} = 245 \text{ J}$ 이다. 옥상을 기준면으로 할 때 물체가 가지는 중력에 의한 위치 에너지는 0 J이다.

개념 바로 알기

- ㄱ. 베란다 기준면으로 할 때 물체가 가지는 중력에 의한 위치 에너지는 $9.8 \times 5 \text{ kg} \times 2 \text{ m} = 98 \text{ J}$ 이다.
 ㄴ. 높이가 줄어든 만큼 위치 에너지가 감소하므로 98 J이다.

서술형 다지기

P.138

- 01 힘을 주지 않고 물체가 이동하거나 힘을 주어도 물체가 이동하지 않는 경우, 힘과 물체의 이동 방향이 수직인 경우는 한 일의 양이 0이다.

모범 답안

- (1) 물체에 힘을 주어 힘의 방향으로 물체를 이동시키는 것
 (2) (다)와 (마), (다)는 물체가 이동하지 않았고, (마)는 힘과 이동 방향이 수직이다.

채점 기준		배점
(1)	과학에서의 일의 정의를 옳게 서술한 경우	50 %
(2)	과학에서의 일이 0인 경우를 모두 고르고, 그 까닭을 옳게 서술한 경우	50 %
	과학에서의 일이 0인 경우만 옳게 고른 경우	25 %

02 **모범 답안** (1) 50 J, 중력에 대해 한 일의 양은 $50 \text{ N} \times 1 \text{ m} = 50 \text{ J}$ 이다.

(2) 민호의 에너지는 50 J 감소하고, 상자의 에너지는 50 J 증가한다.

채점 기준		배점
(1)	민호가 한 일의 양과 풀이 과정을 모두 옳게 쓴 경우	50 %
	민호가 한 일의 양만 옳게 쓴 경우	25 %
(2)	민호의 에너지와 상자의 에너지 변화를 모두 옳게 서술한 경우	50 %
	민호의 에너지와 상자의 에너지 변화 중 한 가지만 옳게 서술한 경우	25 %

03 **모범 답안** 30 cm, 추의 위치 에너지는 질량 \times 높이에 비례하는데, 추의 질량이 2배, 추의 높이 에너지가 3배가 되었으므로 위치 에너지는 6배가 되어 말뚝이 박히는 거리도 6배인 30 cm이다.

채점 기준		배점
말뚝이 박히는 거리를 30 cm라고 쓰고, 그 까닭을 옳게 서술한 경우		100 %
말뚝이 박히는 거리를 30 cm라고만 쓴 경우		50 %

04 나무 도막에 작용하는 마찰력은 나무 도막과 바닥에 따라 달라지므로 변하지 않는다.

모범 답안 (1) κ

(2) 나무 도막의 이동 거리는 수레의 운동 에너지에 비례하는데, 수레의 질량과 속력이 각각 2배가 되면 운동 에너지는 8배가 되므로 나무 도막의 이동 거리도 8배가 된다.

채점 기준		배점
(1)	나무 도막에 작용하는 마찰력을 고른 경우	50 %
(2)	8배라고 쓰고, 그 까닭을 옳게 서술한 경우	50 %
	8배라고만 쓴 경우	25 %

개념 한 걸음 더

P.139

01 ⑤ **02** ⑤

01 **답** ⑤ | 물체의 한 일 $= F \cos \theta \times s$ 이므로 100 N 의 힘이 물체에 한 일은 $100 \text{ N} \times 5 \text{ m} \times \cos 60^\circ = 250 \text{ J}$ 이다.

02 **답** ⑤ | 물체를 일정한 속력으로 들어 올렸으므로, 물체에 작용한 알짜힘은 0이다. 이 물체에는 중력이 아래로 작용하며, 그와 반대 방향으로 같은 크기의 힘을 작용하여 물체를 들어 올렸다.

12 에너지 전환과 보존

개념 확인 Quiz

P.142

- | | | |
|------------------|--------------------|-----------------|
| 1 역학적 에너지 | 2 에너지 보존 법칙 | 3 전자기 유도 |
| 4 소비 전력 | 5 전력량 | |

자료 보고 개념 다지기

P.143~144

- 01** (1) ○ (2) \times (3) \times (4) ○ **02** \perp , \subset **03** ㉠ 화학 에너지, ㉡ 전기 에너지 **04** (1) \neg , \vdash (2) \perp , \supset (3) \subset , \supset (4) \supset , \perp , \sqsubset
05 (1) ○ (2) ○ (3) \times (4) \times **06** \neg , \perp , \supset **07** (1) ○ (2) \times (3) \times (4) ○
08 전력: 440 W, 전력량 440 Wh **09** 3 kWh

01 운동하는 물체의 높이가 낮아지면 운동 에너지는 증가하고, 운동하는 물체의 높이가 높아지면 위치 에너지는 증가한다.

02 A에서 위치 에너지는 최대이다. C는 운동 에너지가 최고인 지점으로 속력이 가장 빠르다.

03 광합성은 빛에너지가 화학 에너지로 전환되고, 촛불은 화학 에너지가 빛에너지로 전환된다. 전열기는 전기 에너지가 열 에너지로 전환되고, 화력 발전은 열에너지가 전기 에너지로 전환된다.

04 선풍기는 전기 에너지에서 운동 에너지로 전환된다. 광합성은 빛에너지에서 화학 에너지로 전환된다. 마이크는 소리 에너지에서 전기 에너지로 전환된다. 모닥불은 화학 에너지가 빛에너지와 열에너지로 전환된다.

05 자석이 코일 내에 정지해 있을 경우 코일에는 유도 전류가 흐르지 않는다. 전자기 유도를 이용한 것은 발전기이다.

06 코일 속에 지나가는 자기장의 변화가 있을 때 코일에 전류가 흐른다.

07 전기 에너지의 단위로 J(줄)을 사용하고, 전력량은 전력과 시간의 곱으로 나타낸다.

08 전력 $= \frac{\text{전기 에너지(J)}}{\text{시간(s)}} = \text{전압(V)} \times \text{전류(A)} = 220 \text{ V} \times 2 \text{ A} = 440 \text{ W}$ 이고, 전력량 $= 440 \text{ W} \times 1 \text{ h} = 440 \text{ Wh}$ 이다.

09 전체 소비 전력량은 전기 기구 각각의 소비 전력량을 모두 합친 것과 같다.

$$\text{전체 소비량} = \{(60 \text{ W} \times 4 \text{ h}) \times 5 + (250 \text{ W} \times 2 \text{ h}) + (150 \text{ W} \times 2 \text{ h}) + (100 \text{ W} \times 10 \text{ h})\} = 3,000 \text{ W} = 3 \text{ kWh}$$

01 ④

02 ①

03 ④

01 답 ④ | 역학적 에너지 보존에 의해 던지는 순간의 운동 에너지는 최고 높이에서의 위치 에너지와 같으므로,

$$\frac{1}{2} \times 1 \text{ kg} \times (14 \text{ m/s})^2 = (9.8 \times 1) \text{ N} \times h \text{에서 } h = 10 \text{ m이다.}$$

02 답 ① | 처음 공의 운동 에너지는 최고점에서 모두 위치 에너지로 전환되므로 $\frac{1}{2} \times 0.2 \text{ kg} \times (9.8 \text{ m/s})^2 = 9.8 \times 0.2 \times h$ 에서 최고점의 높이 h 는 4.9 m이다.

03 답 ④ | 손실된 역학적 에너지
 $= \frac{1}{2} \times 1 \text{ kg} \times (20 \text{ m/s})^2 - 9.8 \times 1 \text{ kg} \times 10 \text{ m} = 102 \text{ J이다.}$

실력 다지기

P.146-149

01 ④

02 ③

03 ④

04 ③

05 ③

06 ③

07 ②

08 ③

09 ③

10 ④

11 ③

12 ③

13 ③

14 ⑤

15 ③

16 ④

17 ②

18 ③

19 ③

20 ⑤

21 ②

22 ②

23 ②

24 ①

01 답 ④ | C점에서 역학적 에너지는 운동 에너지와 위치 에너지의 합과 같다.

02 답 ③ | 낙하하는 동안 물체의 위치 에너지는 운동 에너지로 전환되며, 역학적 에너지는 일정하게 보존된다. A점에서 위치 에너지가 최대, E점에서 운동 에너지가 최대이다.

개념 바로 알기

- ① A점에서 위치 에너지가 최대이다.
- ② B점에서 역학적 에너지는 E점과 같다.
- ④ E점에서 운동 에너지는 최대이다.
- ⑤ 낙하하는 동안 위치 에너지는 운동 에너지로 전환된다.

03 답 ④ | 증가한 운동 에너지는 감소한 위치 에너지이므로 $(9.8 \times 4) \text{ N} \times 5 \text{ m} = 196 \text{ J이다.}$

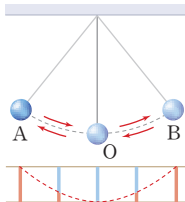
04 답 ③ | 5 m 높이를 지날 때 운동 에너지는 5 m 지점까지 감소한 위치 에너지와 같다. 따라서 5 m 높이를 지날 때 운동 에너지와 위치 에너지의 비는 $(15 - 5) \text{ m} : 5 \text{ m} = 2 : 1$ 이다.

05 답 ③ | 위치 에너지 : 감소한 위치 에너지 = 높이 : 낙하 거리 = 1 : 3에서 운동 에너지가 위치 에너지의 3배가 된다. 따라서 지면으로부터 10 m인 지점에서 운동 에너지가 위치 에너지의 3배이다.

06 답 ③ | A점에서 공의 역학적 에너지는 위치 에너지와 같으므로 위치 에너지 $= (9.8 \times 0.5) \text{ N} \times 50 \text{ m} = 245 \text{ J}$ 이고, 역학적 에너지가 보존되므로 모든 지점에서의 역학적 에너지는 245 J이다.

07 답 ② | 역학적 에너지 보존에 의해 C점에서의 운동 에너지는 A점과 C점의 위치 에너지의 차와 같으므로, $(9.8 \times 2) \text{ N} \times (5 - 2) \text{ m} = 58.8 \text{ J이다.}$

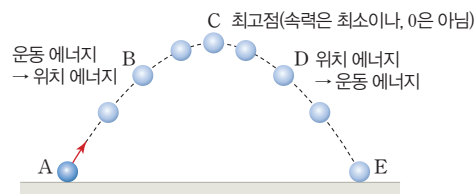
+ 플러스 특강 왕복 운동



→ 역학적 에너지는 공의 위치와 상관없이 항상 일정하게 보존된다.

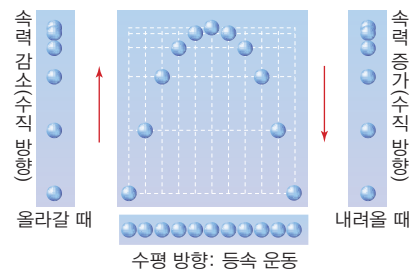
구분	A	A → O	O	O → B	B
위치 에너지	최대	감소	최소	증가	최대
운동 에너지	0	증가	최대	감소	0
에너지 전환	위치 에너지 → 운동 에너지	운동 에너지 → 위치 에너지			

08 답 ③ | 역학적 에너지가 보존되므로 높이가 같은 A와 E에서 운동 에너지가 같고, B와 D에서도 운동 에너지가 같다. 포물선 운동은 수평 방향으로 등속 운동을 하므로 최고점인 C에서 수평 방향의 속력이 있어서 속력이 0이 아니다. 따라서 운동 에너지도 0이 아니다.



+ 플러스 특강 포물선 운동

포물선 운동을 수직 방향과 수평 방향으로 나누어 볼 수 있다.



- 수직 방향 : 연직 위로 던져진 물체와 같은 운동을 한다.
- 수평 방향 : 등속 운동을 한다.

09 답 ③ | 화학적인 결합에 의해 음식물이나 화석 연료, 전지

등의 물질 속에 저장된 에너지는 화학 에너지이다.

개념 바로 알기

- ① 전기 기구에 전류가 흐르면 공급되는 에너지는 전기 에너지이다.
- ② 태양이나 전등에 나오는 빛이 가지고 있는 에너지는 빛 에너지이다.
- ④ 온도가 높은 물체에서 낮은 물체로 이동하는 에너지는 열에너지이다.
- ⑤ 물체에서 발생한 진동이 매질인 공기를 통해 전달되어 발생하는 에너지는 소리 에너지이다.

- 10** **답** ④ | 선풍기는 전기 에너지에서 운동 에너지로 전환된다. 광합성은 빛에너지에서 화학 에너지로 전환된다. 풍력 발전은 운동 에너지에서 전기 에너지로 전환된다.

개념 바로 알기

ㄷ. 모닥불은 화학 에너지에서 빛에너지, 열에너지로 전환된다.

- 11** **답** ③ | A는 열에너지가 역학적 에너지로 전환되므로 증기 터빈 해당된다. B는 전기 에너지가 역학적 에너지로 전환되므로 전동기가 해당된다. C는 화학 에너지가 전기 에너지로 전환되므로 건전지가 해당된다. D는 빛에너지가 전기 에너지로 전환되므로 태양 전지가 해당된다.

- 12** **답** ③ | 에너지 보존 법칙은 한 에너지가 다른 형태로 전환될 때 총량은 항상 일정하게 보존된다.

- 13** **답** ③ | 유도 전류는 자석의 세기가 셀수록, 코일의 감은 수가 많을수록, 자석을 빠르게 움직일수록 코일에 센 전류가 흐른다.

- 14** **답** ⑤ | 유도 전류는 코일에 자석을 가까이 하거나 멀리 할 때 발생하고 정지해 있을 때는 발생하지 않는다.

- 15** **답** ③ | 전동기는 자기장 속에서 전류가 받은 힘을 이용하고, 발전기는 전자기 유도 현상을 이용한다.

- 16** **답** ④ | 전기 에너지는 전압의 크기, 전류의 세기에 각각 비례한다.

- 17** **답** ② | LED등은 전기 에너지 → 빛에너지, 선풍기는 전기 에너지 → 운동 에너지, 세탁기는 전기 에너지 → 운동 에너지, 전기밥솥은 전기 에너지 → 열에너지, 텔레비전은 전기 에너지 → 빛에너지, 소리 에너지, 전기다리미는 전기 에너지 → 열에너지로 전환된다.

- 18** **답** ③ | 저항을 직렬로 연결했으므로 전류의 세기는 일정하고 각 저항에 걸린 전압은 저항에 비례한다. 전체 전압이 120 V이고, 전체 저항은 15 Ω이므로 각 저항에 흐르는 전류는 옴의 법칙에 의해 전류 $= \frac{120 \text{ V}}{15 \Omega} = 8 \text{ A}$ 이다. 5 Ω의 저항에 걸린 전압은 $V = IR = 8 \text{ A} \times 5 \Omega = 40 \text{ V}$ 이므로 전력은 $40 \text{ V} \times 8 \text{ A} = 320 \text{ W}$ 이다.

- 19** **답** ③ | 전등은 $20 \text{ W} \times 45 \text{ h} = 400 \text{ Wh}$, 텔레비전은 $100 \text{ W} \times 3 \text{ h} = 300 \text{ Wh}$, 냉장고는 $50 \text{ W} \times 24 \text{ h} = 1,200 \text{ Wh}$, 헤어드라이어는 $1,000 \text{ W} \times 0.5 \text{ h} = 500 \text{ Wh}$ 의 전력량을 소비한다. 따라서 하루 동안 전기 기구가 사용하는 전력량이 가장 큰 것은 냉장고이다.

- 20** **답** ⑤ | 하루 동안 $400 \text{ Wh} + 300 \text{ Wh} + 1,200 \text{ Wh} + 500 \text{ Wh} = 2,400 \text{ Wh}$ 의 전력량을 사용하므로, 지원이네 집에서 한 달 동안 사용한 전력량은 $2,400 \text{ Wh} \times 30 = 72,000 \text{ Wh}$ 이다.

- 21** **답** ② | 220 V에 연결하면 0.5 A의 전류가 흐르고, 이 전기 기구의 저항은 옴의 법칙에 의해 $220 \text{ V} = 0.5 \text{ A} \times \text{저항}(\Omega)$ 에서 저항의 값은 440 Ω이다.

개념 바로 알기

- ① 0.5 A의 전류가 흐른다.
- ③ 1초 동안 소비하는 전기 에너지는 110 J이다.
- ④ 1시간 동안 사용했을 때 전력량은 110 Wh이다.
- ⑤ 정격 전압이 220 V이고 정격 전압에서 사용할 때 소비 전력이 110 W이다.

- 22** **답** ② | 어느 지점에서의 운동 에너지는 처음의 위치로부터 감소한 위치 에너지와 같으므로, 9 m에서의 운동 에너지 : 1 m에서의 운동 에너지 $= (10 \text{ m} - 9 \text{ m}) : (10 \text{ m} - 1 \text{ m}) = 1 : 9$ 이다. 운동 에너지는 (속력)²에 비례하므로, $1 : 9 = v_1^2 : v_2^2$ 에서 $v_1 : v_2 = 1 : 3$ 이다.

- 23** **답** ② | 감소한 공의 위치 에너지는 증가한 운동에너지이므로 A점 물체의 낙하 거리를 h 라고 하면 $(9.8 \times 2) \text{ N} \times h = \frac{1}{2} \times 2 \text{ kg} \times (7 \text{ m/s})^2$ 이다. 따라서 $h = 2.5 \text{ m}$ 이므로 A점의 높이는 $4 \text{ m} - 2.5 \text{ m} = 1.5 \text{ m}$ 이다.

- 24** **답** ① | 전력 $= VI = \frac{V^2}{R}$ 에서 $100 \text{ W} = \frac{(200 \text{ V})^2}{R}$ 이므로 $R = 400 \Omega$ 이다. 100 V의 전원에 연결하더라도 이 전기 기구의 저항은 변하지 않는다. 200 V의 전원에 연결하면 0.5 A의 전류가 흐른다.

- 01 B 지점을 지날 때 운동 에너지가 최대이므로 속도도 최대가 된다. 또한, B 지점에서의 운동 에너지는 A → B로 운동하는 동안 감소한 위치 에너지와 같다.

모범 답안 $(10 \times 200) \text{ N} \times 20 \text{ m} = \frac{1}{2} \times 200 \text{ kg} \times v^2$ 에서 최대 속도 $v = 20 \text{ m/s}$ 이다.

채점 기준	배점
롤러코스터의 최대 속력과 풀이 과정을 모두 옳게 서술한 경우	100 %
롤러코스터의 최대 속도만 옳게 구한 경우	50 %

- 02 **모범 답안** (1) 30 m

(2) 속력이 2배이면 운동 에너지는 4배이므로, 위치 에너지도 4배가 되도록 A의 높이를 4배로 해야 한다.

채점 기준	배점
(1) B지점의 높이를 옳게 구한 경우	50 %
(2) A의 높이를 몇 배로 해야 하는지를 그 까닭과 함께 옳게 서술한 경우	50 %

- 03 **모범 답안** (가) > (나) > (다), 자석을 빨리 움직일수록, 코일의 감은 수가 많을수록 코일에 흐르는 유도 전류의 세기가 세다.

채점 기준	배점
유도 전류의 세기를 옳게 비교하고 그 까닭을 옳게 서술한 경우	100 %
유도 전류의 세기만 옳게 비교한 경우	50 %

- 04 **모범 답안** (1) 한 달 동안 소비한 전력량은 $(600 \text{ W} + 1,100 \text{ W} + 700 \text{ W} + 3,000 \text{ W}) \times 5 \text{ h} \times 30 = 810,000 \text{ Wh} = 810 \text{ kWh}$ 이다.

(2) 전기 요금은 $810 \text{ kWh} \times 100 \text{ 원/kWh} = 81,000 \text{ 원}$ 이다.

	채점 기준	배점
(1)	한 달 동안 소비한 전력과 풀이 과정을 모두 옳게 서술한 경우	50 %
	한 달 동안 소비한 전력량만 옳게 구한 경우	25 %
(2)	한 달 동안 사용한 전기 요금과 풀이 과정을 모두 옳게 서술한 경우	50 %
	한 달 동안 사용한 전기 요금만 옳게 구한 경우	25 %

개념 한 걸음 더

- 01 ③ 02 ④

- 01 **답** ③ | 공이 바닥에서 튀어 오르는 높이가 점점 낮아지므로 역학적 에너지가 점점 줄어든다. 공이 운동하는 동안 역학적 에너지는 손실되지만, 열이나 소리로 발생한 에너지를 합한 전체 에너지 총량은 일정하게 보존된다.

- 02 **답** ④ | S극을 가까이 하면 자석을 밀어내는 방향으로 자기장이 생기기 위해 B에 S극이 유도되고, 유도 전류의 방향은 반대가 되어 $D \rightarrow C$ 로 흐른다.



Memo

Handwriting practice lines with wavy baselines and dotted midlines. Ten pink pushpin icons are placed at various points along the lines.

Pushpin locations (approximate horizontal positions):

- Line 2: 15%
- Line 3: 60%
- Line 5: 85%
- Line 6: 40%
- Line 8: 65%
- Line 10: 20%
- Line 12: 80%
- Line 14: 40%



Memo

A series of horizontal wavy lines for writing, with small pink circular markers placed at various intervals along the lines.