

엔픽 · 통합과학 물리

기본탄탄 · 실력쑥쑥 집중

II 전기와 자기

2 전기와 자기의 상호작용

11강

전자기 유도와 에너지 전달

기본탄탄 · 실력쑥쑥

11강 전자기 유도와 에너지 전달

기본 탄탄 문제

1 전자기 유도

01 전자기 유도에 대한 설명으로 옳은 것은 ○표, 옳지 않은 것은 ×표 하시오.

- (1) 코일과 자석이 같은 속도로 운동하면 코일에 유도 전류가 흐른다. ()
- (2) 진자 운동하는 자석 아래에 코일을 고정하면 코일에서 전자기 유도가 일어난다. ()
- (3) 자석이 코일에 가까워졌다가 멀어질 때 유도 전류의 방향은 반대로 바뀐다. ()
- (4) 유도 전류에 의한 자기장과 외부 자기장은 항상 반대 방향이다. ()

02 다음은 자석과 코일 사이에 전자기 유도가 일어날 때 유도 전류의 세기에 대한 설명이다. () 안에 들어갈 알맞은 말을 쓰시오.

고정된 코일을 향해 자석의 N극이 접근할 때 자석의 속력이 빠를수록 유도 전류의 세기는 (㉠)하고, 코일의 감은 수가 많을수록 유도 전류의 세기가 (㉡)한다. 또 더 강한 자석을 사용하면 유도 전류의 세기가 (㉢)한다.

2 두 코일 사이의 전자기 유도

03 코일 A, B를 중심축이 같도록 가까이 고정했을 때 코일 사이의 전자기 유도와 유도 전류에 대한 설명으로 옳은 것은 ○표, 옳지 않은 것은 ×표 하시오.

- (1) A에 흐르는 전류가 변할 때 B에 전자기 유도가 일어난다. ()
- (2) A에 세기가 일정하게 증가하는 전류가 흐르면 B에는 유도 전류가 흐르지 않는다. ()
- (3) A에 방향이 주기적으로 변하는 전류가 흐르면 B를 통과하는 자기장의 방향은 일정하다. ()
- (4) A에 교류가 흐를 때 B의 감은 수를 증가시키면 B에 흐르는 유도 전류의 세기는 증가한다. ()

04 1차 코일에 교류가 흐를 때 1차 코일과 2차 코일 사이에서 일어나는 전자기 유도에 대한 설명으로 옳은 것은 ○표, 옳지 않은 것은 ×표 하시오.

- (1) 1차 코일의 자기장이 최대일 때 2차 코일의 유도 전류가 최대이다. ()
- (2) 도선으로 이어져 있지 않으므로 정보는 전달할 수 없다. ()
- (3) 무선으로 에너지를 전달할 수 있다. ()
- (4) 1차 코일에서 전송하는 에너지보다 2차 코일에서 생기는 에너지가 더 크다. ()

3 전자기 유도를 활용한 예

05 전자기 유도를 활용한 예로 적절한 것은 ○표, 적절하지 않은 것은 ×표 하시오.

- (1) 휴대 전화 무선 충전 ()
- (2) 전동 자전거의 모터 ()
- (3) 고속도로 하이패스 ()
- (4) 인덕션 레인지 ()
- (5) 항해용 나침반 ()
- (6) 교통 카드 ()
- (7) 금속 탐지기 ()
- (8) 스피커 ()

06 다음은 전자기 유도를 활용한 기술이 현대 문명에 미친 영향에 대한 설명이다. () 안에 들어갈 알맞은 말을 쓰시오.

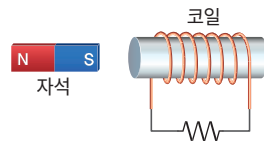
전자기 유도를 활용한 기술은 과학기술뿐만 아니라 일상생활과 산업 분야, 경제, 문화 등 우리 삶에 다양한 영향을 미친다. 무선 (㉠) 전달 기술을 이용해 전자 기기를 전선 연결 없이 충전할 수 있고, 별도의 통신망 없이 전자 기기끼리 직접 정보를 주고받을 수 있다. 또 전자기 유도를 활용한 (㉡)을/를 이용하면 자성을 띠는 물체의 운동이나 자기장 변화를 자동으로 감지하고 처리할 수 있다.

1 전자기 유도

01 전자기 유도와 유도 전류에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

- ① 자석이 코일에 가까이 접근할 때 전류가 흐른다.
- ② 코일의 감은 수가 작을수록 전류의 세기가 세다.
- ③ 자석이 더 빨리 움직일수록 전류의 세기가 세다.
- ④ 코일을 통과하는 자기장이 변하면 전류가 흐른다.
- ⑤ 코일과 자석이 같은 속도로 운동하면 전류가 흐르지 않는다.

02 오른쪽 그림은 저항이 연결된 코일의 중심축상에 막대자석을 놓은 모습을 나타낸 것이다. 저항에 전류가 흐르는 경우만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

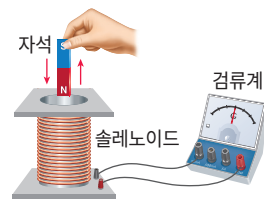


보기

- ㄱ. 코일과 자석이 서로 멀어질 때
- ㄴ. 코일과 자석이 같은 속도로 운동할 때
- ㄷ. 자석이 제자리에서 시계방향으로 회전할 때

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄷ
- ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

03 오른쪽 그림은 검류계에 연결한 솔레노이드 위에서 자석의 N극을 위아래로 움직이는 모습을 나타낸 것이다. 이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?



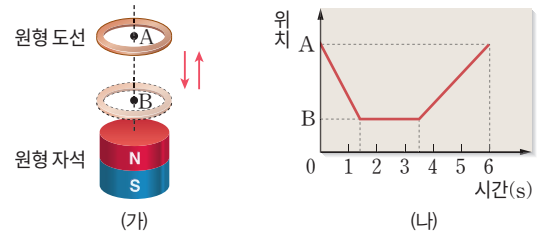
보기

- ㄱ. 자석을 빠르게 움직일수록 검류계 바늘의 회전각이 증가한다.
- ㄴ. 자석을 위로 움직일 때와 아래로 움직일 때 검류계 바늘의 회전 방향은 같다.
- ㄷ. 솔레노이드에 자석을 넣은 채 정지해 있으면 검류계 바늘의 회전각이 최대가 된다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
- ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

04 중요

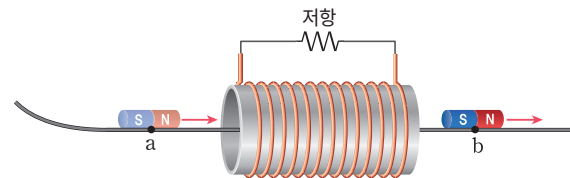
그림 (가)는 고정된 원형 자석 위에서 원형 도선을 자석의 중심축을 따라 위아래로 움직이는 모습을 나타낸 것이다. 그림 (나)는 (가)에서 원형 도선 중심의 위치를 시간에 따라 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것은?

- ① 1 초일 때 도선은 아래쪽으로 자기력을 받는다.
- ② 유도 전류의 방향은 1 초일 때와 5 초일 때 같다.
- ③ 유도 전류의 세기는 1 초일 때가 5 초일 때보다 작다.
- ④ 2 초일 때 도선과 자석은 서로 자기력을 작용하지 않는다.
- ⑤ 5 초일 때 유도 전류에 의한 자기장 방향은 자석의 자기장 방향과 반대이다.

05 그림은 빗면을 따라 내려온 자석이 수평인 직선 레일을 따라 솔레노이드를 통과하는 모습을 나타낸 것이다. 직선 레일은 솔레노이드의 중심축과 일치하며, 레일의 점 a, b는 솔레노이드의 중심에서 같은 거리에 있다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 모든 마찰과 공기 저항은 무시한다.)

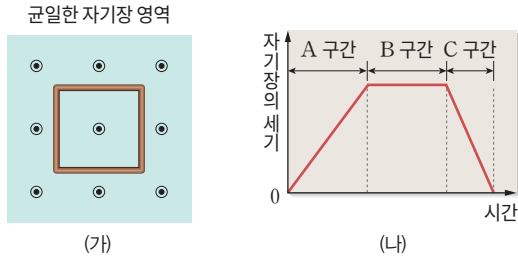
보기

- ㄱ. 자석이 a와 b에서 받는 자기력의 방향은 같다.
- ㄴ. 자석이 a를 통과할 때와 b를 통과할 때 저항에 흐르는 전류의 방향은 같다.
- ㄷ. 자석의 운동 에너지는 a와 b에서 같다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
- ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

06 중요

그림 (가)는 종이면에서 수직으로 나오는 방향의 균일한 자기장 영역에 금속 고리가 고정되어 있는 모습을 나타낸 것이다. 그림 (나)는 (가)에서 자기장의 세기를 시간에 따라 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

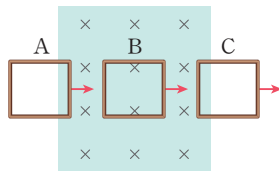
보기

- ㄱ. B에서는 금속 고리에 유도 전류가 흐르지 않는다.
- ㄴ. 금속 고리에 흐르는 유도 전류의 세기는 A보다 C에서 크다.
- ㄷ. 금속 고리에 흐르는 유도 전류의 방향은 A와 C에서 반대이다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

07 중요

오른쪽 그림은 정사각형 도선이 종이면에 수직으로 들어가는 방향의 균일한 자기장 영역을 등속 직선 운동 하여 통과하는 모습을 나타낸 것이다. A는 도선이 자기장 영역에 들어가는 순간, B는 자기장 영역에 완전히 들어가 있는 순간, C는 자기장 영역에서 빠져나오는 순간이다. 이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?



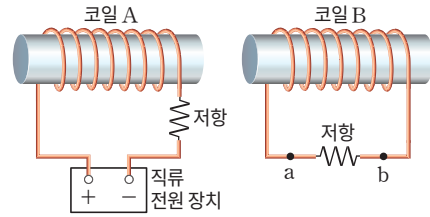
보기

- ㄱ. A와 C에서 도선에 흐르는 유도 전류의 세기는 같다.
- ㄴ. A에서 도선에는 시계방향으로 유도 전류가 흐른다.
- ㄷ. A와 C에서 도선이 받는 자기력의 방향은 같다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄷ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

08 중요 두 코일 사이의 전자기 유도

그림과 같이 동일한 코일 A, B를 중심축이 일치하도록 고정하고 A에는 전원 장치를 연결하였다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

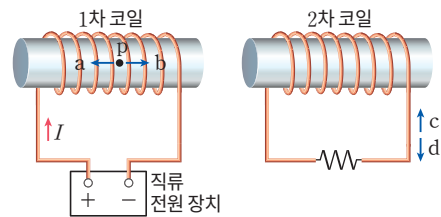
보기

- ㄱ. A 내부의 자기장 방향은 오른쪽이다.
- ㄴ. 전원 장치의 전압이 증가할 때 a가 b보다 전위가 높다.
- ㄷ. A에 흐르는 전류의 세기가 감소하면 A, B에 흐르는 전류에 의한 자기장 방향은 반대이다.

- ① ㄴ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

09 중요

그림은 화살표 방향으로 전류 I 가 흐르는 1차 코일 가까이 에 2차 코일을 고정해 둔 모습을 나타낸 것이다. 점 p는 1차 코일 내부의 한 점이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

- ㄱ. p에서 I 에 의한 자기장은 b 방향이다.
- ㄴ. I 의 세기가 증가하면 2차 코일에는 c 방향으로 유도 전류가 흐른다.
- ㄷ. I 의 세기가 일정할 때 2차 코일이 오른쪽으로 이동하면 2차 코일에는 d 방향으로 유도 전류가 흐른다.

- ① ㄱ ② ㄱ, ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

E 전자기 유도를 활용한 예

- 10** 오른쪽 그림은 인덕션 레인지 내부의 코일에 전류가 흐를 때 자기장이 발생하여 금속 냄비가 가열되는 것을 나타낸 것이다.
이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

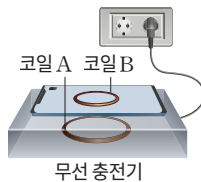


보기

- ㄱ. 코일에 흐르는 전류의 세기와 방향은 일정하다.
- ㄴ. 인덕션 레인지가 만드는 자기장의 세기는 일정하다.
- ㄷ. 인덕션 레인지는 전자기 유도를 이용해 전기 에너지를 냄비로 전달한다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

- 11** 오른쪽 그림은 휴대 전화를 무선 충전기 위에 놓고 충전하는 모습이다. 코일 A, B는 각각 무선 충전기와 휴대 전화 내부에 있다.
A에 흐르는 전류의 세기가 증가하고 있을 때에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?



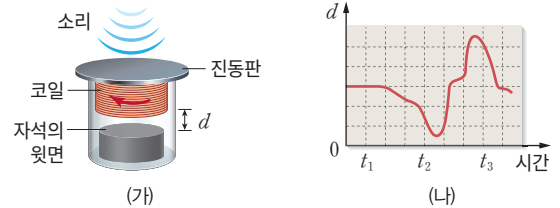
보기

- ㄱ. B에는 유도 전류가 흐른다.
- ㄴ. A, B에서 만드는 자기장의 방향은 항상 같다.
- ㄷ. A에서 B로 전기 에너지가 전달된다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

- 12** 전자기 유도를 이용한 기술이 일상생활과 현대 문명에 미친 영향으로 적절하지 않은 것은?
- ① 무선으로 전자 기기를 충전할 수 있다.
 - ② 전자 기기끼리 직접 정보를 주고받을 수 있다.
 - ③ 전자기 유도 센서를 이용해 물체의 운동을 감지할 수 있다.
 - ④ 무선으로 전기 에너지를 전달하여 과전류로 인한 화재 위험이 줄었다.
 - ⑤ 전동기를 이용해 전기 에너지를 회전 운동 에너지로 전환할 수 있다.

- 13** 그림 (가)는 마이크의 내부 구조를 나타낸 것이고, (나)는 (가)에서 자석의 윗면과 코일 사이의 거리 d 를 시간에 따라 나타낸 것이다. t_2 일 때 코일에는 화살표 방향으로 유도 전류가 흐른다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

- ㄱ. t_2 일 때 유도 전류에 의한 자기장은 자석의 자기장과 같은 방향이다.
- ㄴ. t_3 일 때 코일에는 화살표 방향으로 유도 전류가 흐른다.
- ㄷ. 마이크는 전자기 유도를 이용해 소리를 전기 신호로 변환한다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

- 14** 오른쪽 그림은 버스를 탈 때 교통 카드를 이용해 요금을 지불하는 모습을 나타낸 것이다.
이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?



보기

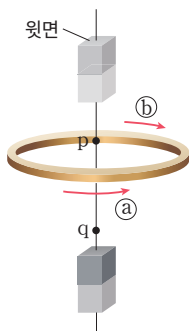
- ㄱ. 전자기 유도를 이용해 단말기와 카드 사이에 정보를 주고받는다.
- ㄴ. 교통 카드가 작동할 때 필요한 전기 에너지는 단말기에서 공급받는다.
- ㄷ. 교통 카드에 흐르는 유도 전류에 의해 발생하는 자기장의 세기는 일정하다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ
④ ㄱ, ㄴ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

단답형·서술형 문제

15 (중요) ☆

그림은 막대자석이 금속 고리의 중심축을 따라 떨어지는 모습을 나타낸 것이다. 점 p, q는 중심축상의 지점이고, 막대자석이 p를 지나는 순간 금속 고리에는 ㉠ 방향으로 유도 전류가 흐른다.

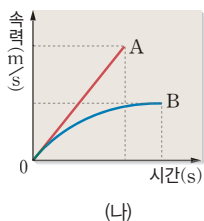
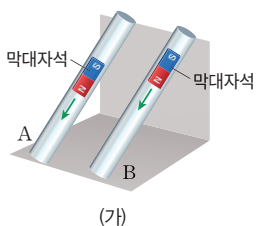


(1) 자석의 윗면이 N극과 S극 중 어느 극인지 쓰고 근거를 제시하시오.

(2) 자석이 q를 통과하는 순간 유도 전류의 방향을 쓰고 근거를 제시하시오.

16

그림 (가)는 길이가 같은 관 A, B를 같은 각으로 비스듬히 기울여 놓고 동일한 막대자석을 관에 넣었을 때 자석이 미끄러져 내려가는 모습을 나타낸 것이다. A, B는 각각 플라스틱 관과 구리 관 중 하나이다. 그림 (나)는 (가)에서 막대자석을 놓는 순간부터 지면에 닿는 순간까지 막대자석의 속력을 시간에 따라 나타낸 것이다. (단, 마찰 및 공기 저항은 무시한다.)

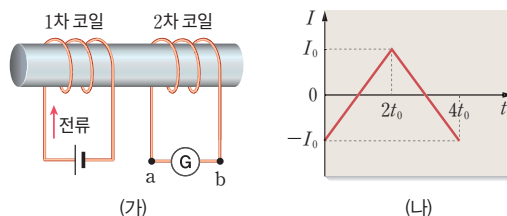


(1) A, B가 각각 어떤 관인지 쓰시오.

(2) B에서 막대자석이 지면에 닿는 순간의 속력이 A에서보다 느린 까닭을 렌츠 법칙을 이용하여 설명하시오.

17 (중요) ☆

그림 (가)는 1차 코일과 2차 코일을 중심축이 일치하도록 고정하고, 1차 코일에는 전원을, 2차 코일에는 검류계를 연결한 모습을 나타낸 것이다. 그림 (나)는 1차 코일에 흐르는 전류 I 를 시간 t 에 따라 나타낸 것이다. 1차 코일에 전류가 화살표 방향으로 흐를 때를 (+)로 한다.



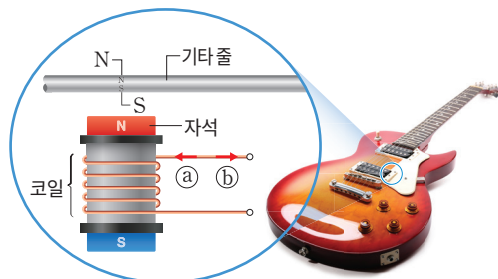
(1) $0 \sim t_0$ 일 때 검류계에 흐르는 유도 전류의 방향을 설명하시오.

(2) $0 \sim 4t_0$ 중에서 검류계에 흐르는 유도 전류의 방향이 $0 \sim t_0$ 일 때와 같은 구간을 찾아 그 까닭을 설명하시오.

18

다음은 전기 기타에 대한 설명이다.

전기 기타에는 픽업이라는 장치가 있는데, 픽업은 그림과 같이 자석과 코일로 이루어져 있다. 전기 기타의 기타 줄은 (㉠)이므로 자석에 의해 강하게 자기화되고, 자기화된 기타 줄이 진동하면 코일에 (㉡)이/가 흐른다. 이처럼 전기 기타의 픽업은 기타 줄의 진동을 (㉢) 신호로 전환한다.



(1) ㉠, ㉡, ㉢에 들어갈 알맞은 말을 쓰시오.

(2) 기타 줄이 아래로 운동할 때 유도 전류의 방향을 ㉠, ㉡ 중에서 고르고, 근거를 제시하시오.

바른답 · 알찬풀이

기본탄탄문제 · 실력쑥쑥문제 해설
11강 전자기 유도와 에너지 전달

채점 기준	배점(%)
자기력을 이용하여 레일이 강자성체임을 설명한 경우	100
강자성체로 만든다고만 서술한 경우	60

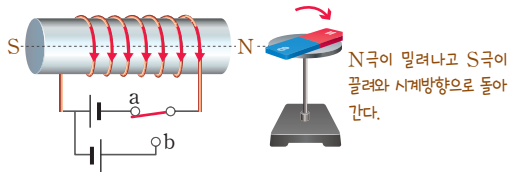
(2) d 가 증가하면 레일과 전자석 사이의 거리는 감소한다. 즉, 전자석과 레일 사이의 자기력이 커졌다는 뜻이다. 따라서 전자석에 흐르는 전류의 세기를 줄여 전자석과 레일 사이의 자기력의 세기가 작아지게 해야 한다.

채점 기준	배점(%)
d 의 증가를 자기력과 연관 짓고, 전류의 세기를 줄여야 함을 설명한 경우	100
전류의 세기를 줄여야 한다고만 설명한 경우	50

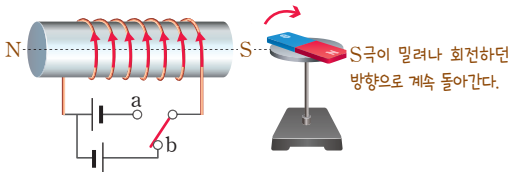
14

자료 분석 전동기의 원리

• a에 연결했을 때



• b에 연결했을 때



(1) 스위치를 a에 연결하면 솔레노이드의 오른쪽이 N극이 되므로 자석의 S극이 끌려온다. 따라서 자석은 시계방향으로 회전한다.

채점 기준	배점(%)
솔레노이드 자기장의 방향을 근거로 자석의 회전 방향을 설명한 경우	100
자석의 회전 방향만 명시한 경우	50

(2) 자석의 S극이 끌려와 솔레노이드에 가장 가까이 왔을 때 스위치를 b에 연결하면 솔레노이드의 오른쪽이 S극이 되어 자석의 S극이 밀려나며 시계방향으로 계속 회전한다. 이런 식으로 스위치를 a, b에 번갈아 연결하며 자석을 계속 회전시킬 수 있다.

채점 기준	배점(%)
b에 연결했을 때 자석의 회전 방향을 설명하고, 스위치 조작을 통해 자석을 회전시키는 방법을 제시한 경우	100
스위치 조작을 통해 회전시킬 수 있다고만 언급한 경우	50

11강 전자기 유도와 에너지 전달

탐구 확인문제

111 쪽

01 (1) × (2) ○ (3) ○ (4) ○ 02 ④

01

㉠ (1) × (2) ○ (3) ○ (4) ○

- (1) 송신부 코일에 흐르는 전류의 세기와 방향이 변하므로 수신부 코일에서 전자기 유도가 일어난다.
- (2) 송신부 코일에서 형성되는 자기장의 세기와 방향이 시간에 따라 변하므로 수신부 코일을 통과하는 자기장의 세기와 방향이 시간에 따라 변한다.
- (3) LED는 전기 에너지를 빛에너지로 전환하는 반도체 소자이다.
- (4) 송신부 코일에 전달되는 전기 에너지는 전류의 자기 작용에 의해 자기 에너지로 전환되고, 수신부 코일에서 전자기 유도에 의해 다시 전기 에너지로 전환된다.

02

㉠ ④

송신부 코일은 전류의 자기 작용으로 전기 에너지를 자기 에너지로 전환하고, 수신부 코일은 전자기 유도를 이용해 자기 에너지를 전기 에너지로 전환한다.

기본 탄탄 문제

113 쪽

01 (1) × (2) ○ (3) ○ (4) × 02 ㉠ 증가, ㉡ 증가, ㉢ 증가
03 (1) ○ (2) × (3) × (4) ○ 04 (1) × (2) × (3) ○ (4) ×
05 (1) ○ (2) × (3) ○ (4) ○ (5) × (6) ○ (7) ○ (8) ×
06 ㉠ 에너지, ㉡ 센서

01

㉠ (1) × (2) ○ (3) ○ (4) ×

- (1) 코일과 자석이 같은 속도로 운동하면 상대적인 운동이 없어 코일을 통과하는 자기장이 변하지 않아 유도 전류가 흐르지 않는다.
- (2) 코일 위에서 자석이 진자 운동을 하면 코일을 통과하는 자기장이 변하여 코일에 유도 전류가 흐른다.
- (3) 유도 전류는 자석의 운동을 방해하는 방향으로 흐르므로 자석이 가까워질 때와 멀어질 때 코일에 흐르는 유도 전류의 방향이 반대이다.
- (4) 외부 자기장이 감소할 때는 유도 전류에 의한 자기장과 외부 자기장의 방향이 같다.

02

㉠ ㉠ 증가, ㉡ 증가, ㉢ 증가

단위 시간당 코일을 통과하는 자기장의 변화가 클수록 유도 전류의 세기가 증가한다.

03

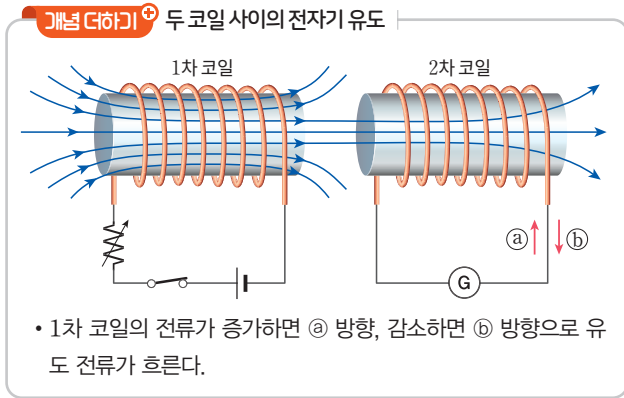
㉠ (1) ○ (2) × (3) × (4) ○

- (1) A에 흐르는 전류가 변하면 B를 통과하는 자기장이 변하므로 B에 전자기 유도가 일어난다.
- (2) A에 흐르는 전류의 세기가 일정하게 증가하면 B를 통과하는 자기장의 세기도 증가하므로 B에 전자기 유도가 일어나 유도 전

류가 흐른다.

(3) A에 흐르는 전류의 방향이 주기적으로 변하면 B를 통과하는 자기장의 방향도 주기적으로 변한다.

(4) 유도 전류의 세기는 코일의 감은 수에 비례하므로 B의 감은 수를 증가시키면 B에 흐르는 유도 전류의 세기가 증가한다.



04

답 (1) × (2) × (3) ○ (4) ×

(1) 1차 코일에 흐르는 교류의 세기가 최대인 순간 자기장이 최대가 된다. 이때 시간당 자기장의 변화율은 0이므로 2차 코일에 흐르는 유도 전류의 세기는 0이다.

(2) 1차 코일에 흐르는 전류의 변화에 의해 2차 코일에 유도 전류가 흐르므로 두 코일 사이에 정보를 전달할 수 있다.

(3) 1차 코일에 흐르는 전류가 변할 때 2차 코일에 유도 전류가 흐르므로 전자기 유도를 이용해 전기 에너지를 전달할 수 있다.

(4) 1차 코일에서 전송하는 에너지 중 일부는 손실되고 나머지가 2차 코일로 전달된다.

05

답 (1) ○ (2) × (3) ○ (4) ○ (5) × (6) ○ (7) ○ (8) ×

(1) 휴대 전화 무선 충전은 전자기 유도를 이용해 에너지를 전달하는 기술이다.

(2) 전동 자전거의 모터는 전류의 자기 작용으로 생기는 자기장과 영구 자석 사이의 자기적 상호작용(자기력)을 이용한 것이다.

(3) 고속도로 하이패스는 전자기 유도를 이용해 정보를 전달하는 무선 통신 기술이다.

(4) 인덕션 레인지는 자기장의 변화를 이용해 금속 냄비에 전류가 흐르도록 하여 열을 내는 방식으로, 전자기 유도를 이용해 에너지를 전달하는 기술이다.

(5) 항해용 나침반은 강자성체의 성질을 이용한 장치이다.

(6) 교통 카드는 전자기 유도를 이용해 단말기와 통신하며 에너지와 정보를 주고받는 장치이다.

(7) 금속 탐지기의 전송 코일에서 자기장을 발생시켜 땅에 묻힌 금속에 유도 전류가 흐르게 하여 탐지한다.

(8) 스피커는 전류가 만드는 자기장과 자석의 상호작용을 이용한다.

06

답 ㉠ 에너지, ㉡ 센서

전자기 유도 기술은 각종 센서, 무선 에너지 전송 기술, 무선 통신 등 다양한 분야에서 활용되고 있다.

일련 문목

114~117쪽

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

단답형·서술형 문제

15 (1) 예시 답안 자석이 p를 통과할 때 아랫면이 금속 고리에 접근한다. 이때 ㉠ 방향으로 유도 전류가 흐르므로 유도 전류가 만드는 자기장의 방향은 위쪽이다. 따라서 자석의 아랫면은 N극이고 윗면은 S극이다.

(2) 예시 답안 자석의 S극이 멀어지므로 금속 고리에는 아래쪽이 N극이 되도록 유도 전류가 흐른다. 따라서 유도 전류는 ㉡ 방향으로 흐른다.

16 (1) 답 A: 플라스틱 관, B: 구리 관 (2) 예시 답안 B에서 자석이 운동할 때 유도 전류가 흘러 자석의 운동을 방해하기 때문이다.

17 (1) 예시 답안 $0 \sim t_0$ 일 때 1차 코일에는 화살표와 반대 방향으로 전류가 흐르며, 전류의 세기는 감소한다. 따라서 1차 코일에 의한 자기장은 왼쪽 방향이며 세기가 감소한다. 이때 2차 코일에는 왼쪽 방향으로 자기장이 만들어지도록 유도 전류가 흐른다. 즉, a→검류계→b 방향으로 유도 전류가 흐른다.

(2) 예시 답안 $t_0 \sim 2t_0$ 일 때 1차 코일에는 화살표 방향으로 전류가 흐르며, 전류의 세기는 증가한다. 따라서 1차 코일에 의한 자기장은 오른쪽 방향이며 세기가 증가한다. 이때 2차 코일에는 왼쪽 방향으로 자기장이 만들어지도록 유도 전류가 흐른다. 즉, a→검류계→b 방향으로 유도 전류가 흐른다.

18 (1) 답 ㉠ 강자성체, ㉡ 유도 전류, ㉢ 전기 (2) 예시 답안 기타 줄이 아래로 운동할 때는 S극이 코일에 접근하므로 코일에는 위쪽이 S극이 되도록 유도 전류가 흐른다. 따라서 유도 전류의 방향은 ㉡이다.

01

답 ㉡

② 코일의 감은 수가 많을수록 전류의 세기가 세다.

오답 피하기 ① 자석과 코일의 상대적인 운동이 있으면 유도 전류가 흐른다.

③ 자석이 더 빨리 움직이면 코일을 통과하는 자기장의 시간당 변화가 증가하므로 유도 전류의 세기가 증가한다.

④ 코일을 통과하는 자기장이 변할 때 코일에 유도 전류가 흐르는 현상을 전자기 유도라고 한다.

⑤ 코일과 자석의 상대적인 운동이 있을 때 전류가 흐른다.

02

답 ㉢

ㄱ. 코일과 자석이 서로 멀어지면 코일을 통과하는 자기장이 약해지므로 코일에 유도 전류가 흐른다.

ㄴ. 자석이 제자리에서 시계방향으로 회전하면 N극과 S극이 번갈아 가며 멀어졌다 가까워졌다를 반복하므로 코일에 유도 전류가 흐른다.

오답 피하기 ㄴ. 코일과 자석이 같은 속도로 운동하면 상대적인 운동이 없어 코일을 통과하는 자기장이 변하지 않는다.

03

답 ①

ㄱ. 자석을 빠르게 움직일수록 코일을 통과하는 자기장의 변화 정도가 커지므로 유도 전류의 세기가 증가한다.

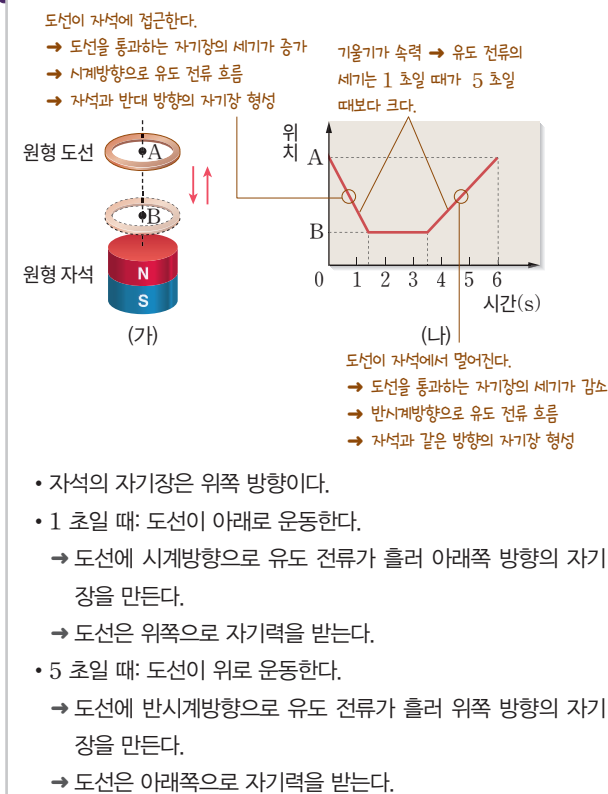
오답 피하기 ㄴ. 자석을 위로 움직일 때는 코일을 통과하는 자기장이 약해지고, 아래로 움직일 때는 코일을 통과하는 자기장이 강해지므로 유도 전류의 방향이 서로 반대이다. 따라서 검류계 바늘의 회전 방향도 반대이다.

ㄷ. 자석이 정지해 있으면 솔레노이드를 통과하는 자기장이 변하지 않아 유도 전류가 흐르지 않는다.

04

답 ④

자료 분석 ④ 도선의운동과전자기유도



④ 2 초일 때는 도선의 위치가 변하지 않으므로 유도 전류가 흐르지 않는다. 도선이 자기장을 만들지 않으므로 도선과 자석은 자기력을 작용하지 않는다.

오답 피하기 ① 1 초일 때 도선이 아래쪽으로 운동한다. 전자기 유도에 의한 자기력은 도선의 운동을 방해하므로 도선은 위쪽으로 자기력을 받는다.

② 도선은 1 초일 때는 아래쪽으로 운동하고 5 초일 때는 위쪽으로 운동하므로 유도 전류의 방향은 반대이다.

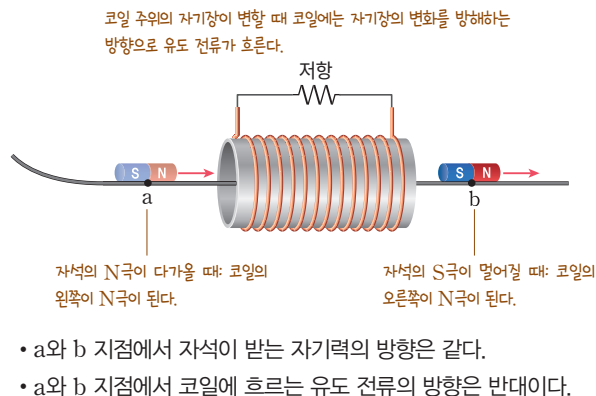
③ 도선의 속력이 1 초일 때가 5 초일 때보다 크므로 유도 전류의 세기는 1 초일 때가 5 초일 때보다 크다.

⑤ 5 초일 때는 도선이 위쪽으로 운동하므로 도선을 통과하는 자기장이 약해진다. 따라서 도선에는 자석의 자기장과 같은 방향으로 자기장이 생기도록 유도 전류가 흐른다.

05

답 ①

자료 분석 ⑤ 도선의운동과전자기유도



ㄱ. 자석과 코일의 상호작용은 항상 자석의 운동을 방해하는 방향으로 작용한다. a에서는 자석이 코일에 접근하지 못하도록, b에서는 자석이 코일에서 멀어지지 못하도록 자기력이 작용한다. 따라서 a, b에서 자석이 받는 자기력의 방향은 왼쪽으로 같다.

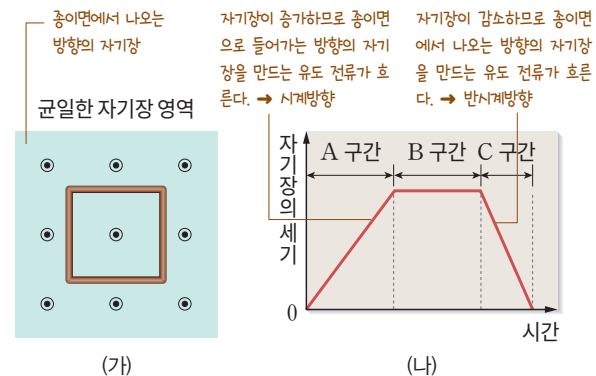
오답 피하기 ㄴ. 자석이 a를 통과할 때 유도 전류에 의한 자기장 방향은 왼쪽이고, 자석이 b를 통과할 때 유도 전류에 의한 자기장 방향은 오른쪽이다. 따라서 자석이 a와 b를 통과할 때 유도 전류의 방향은 반대이다.

ㄷ. 자석이 운동하는 동안 운동 반대 방향으로 자기력을 받으므로 운동 에너지는 감소한다. 감소한 자석의 운동 에너지는 전자기 유도에 의해 전기 에너지로 전환되어 저항으로 전달된다.

06

답 ⑤

자료 분석 ⑥ 자기장 영역에 고정된 금속 고리의 전자기유도



• (가)에서 자기장 세기가 변할 때 금속 고리에는 자기장 변화를 방해하는 방향으로 전류가 흐른다.

• B 구간은 자기장 세기가 변하지 않으므로 유도 전류가 발생하지 않는다.

ㄱ. B에서는 금속 고리를 통과하는 자기장이 변하지 않으므로 유도 전류가 흐르지 않는다.

ㄴ. 단위 시간당 자기장의 변화 정도가 A보다 C에서 크므로 유도 전류의 세기는 A보다 C에서 크다.

ㄷ. A에서는 자기장의 세기가 증가하고 C에서는 감소하므로 유도 전류의 방향은 A와 C에서 반대이다.

07 답 ③

ㄱ. A와 C에서 도선의 속력이 같으므로 도선에 흐르는 유도 전류의 세기는 같다.

ㄷ. A와 C에서 도선의 운동을 방해하는 방향으로 유도 전류가 흐른다. 따라서 도선이 받는 자기력의 방향은 운동 방향과 반대이다.

오답 피하기 ㄴ. A에서 도선이 자기장 영역으로 들어가므로 도선에는 반시계방향으로 유도 전류가 흘러 외부 자기장과 반대 방향의 자기장을 형성한다.

08 답 ③

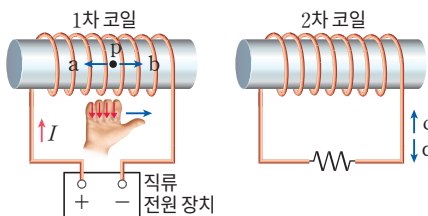
ㄱ. A에는 전원의 (+)극→코일→저항 방향으로 전류가 흐르므로 오른쪽 방향의 자기장이 형성된다.

ㄴ. 전원 장치의 전압이 증가하면 A에 의한 자기장이 증가한다. 이때 B에는 왼쪽 방향의 자기장을 만들도록 유도 전류가 흐르므로 전류가 a→저항→b 방향으로 흐른다. 따라서 전위는 a가 b보다 높다.

오답 피하기 ㄷ. A에 흐르는 전류의 세기가 감소하면 B를 통과하는 자기장의 세기도 감소한다. 따라서 B에는 A에 의한 자기장과 같은 방향의 자기장을 만들도록 유도 전류가 흐른다.

09 답 ⑤

자료 분석 ⑤ 두 코일 사이의 전자기 유도



- 1차 코일에 의한 자기장: b 방향
- 1차 코일의 전류 I 가 증가하면 2차 코일에는 c 방향 전류가 흘러 1차 코일과 반대 방향의 자기장을 만든다. I 가 감소하면 2차 코일에는 d 방향의 전류가 흐른다.

ㄱ. 1차 코일에서 전류가 전원의 (+)극→코일→(-)극으로 흐르므로 p에서 자기장은 b 방향이다.

ㄴ. I 의 세기가 증가하면 2차 코일을 오른쪽으로 통과하는 자기장의 세기가 증가하므로 2차 코일에는 왼쪽으로 향하는 자기장을 만들도록 유도 전류가 흐른다. 따라서 2차 코일에는 c 방향으로 유도 전류가 흐른다.

ㄷ. 2차 코일이 오른쪽으로 이동하면 2차 코일을 통과하는 자기장의 세기가 감소한다. 이때 2차 코일에는 1차 코일에 의한 자기장과 같은 방향으로 자기장을 만들도록 유도 전류가 흐른다.

10 답 ②

ㄷ. 인덕션 레인지는 금속 냄비에서 일어나는 전자기 유도 현상을 이용해 전기 에너지를 인덕션 레인지에서 냄비로 전달한다.

오답 피하기 ㄱ. 코일에 흐르는 전류의 세기와 방향이 일정하면 전자기 유도가 일어나지 않는다. 코일에는 세기와 방향이 변하는 교류가 흐른다.

ㄴ. 인덕션 레인지가 만드는 자기장의 세기와 방향이 변하여 금속 냄비 바닥에서 전자기 유도가 일어난다.

11 답 ④

ㄱ. A에서 만드는 자기장이 변하므로 B에서는 전자기 유도에 의해 유도 전류가 흐른다.

ㄷ. 무선 충전기는 전자기 유도를 이용해 전기 에너지를 전달하는 장치이다.

오답 피하기 ㄴ. A에 흐르는 전류의 세기가 증가하면 A가 만드는 자기장의 세기가 증가하므로 B에는 A와 반대 방향의 자기장을 만들도록 유도 전류가 흐른다.

12 답 ⑤

⑤ 전동기는 전류에 의한 자기장과 자석의 상호작용을 이용한다.

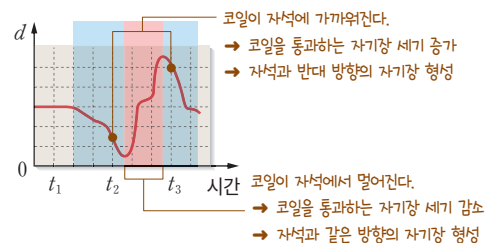
오답 피하기 ①, ④ 전자기 유도를 이용한 무선 충전 기술로 인해 무선으로 전자 기기를 충전할 수 있게 되었고, 전선이 필요 없으므로 과전류로 인한 화재 위험이 감소하였다.

② 전자기 유도를 이용한 무선 통신 기술을 통해 별도의 통신망 없이 전자 기기끼리 직접 정보를 주고받을 수 있다.

③ 전자기 유도를 이용한 센서는 물체의 운동이나 자기장의 변화를 감지하여 전기 신호를 입력할 수 있다.

13 답 ④

자료 분석 ④ 전자기 유도를 이용한 마이크



- d 가 감소하면 코일을 통과하는 자기장이 증가한다.
→ 자석의 자기장과 반대 방향의 자기장을 만든다.
- d 가 증가하면 코일을 통과하는 자기장이 감소한다.
→ 자석의 자기장과 같은 방향의 자기장을 만든다.

ㄴ. t_3 일 때 d 가 감소하므로 코일과 자석이 가까워진다. 따라서 코일에는 t_2 일 때와 같은 방향으로 유도 전류가 흐른다.

ㄷ. 마이크는 전자기 유도를 이용해 공기의 진동을 전기 신호로 바꾸는 장치이다.

오답 피하기 ㄱ. t_2 일 때 d 가 감소하므로 코일과 자석이 가까워진다. 코일을 통과하는 자기장의 세기가 증가하므로 코일에는 자석의 자기장과 반대 방향의 자기장을 만들도록 유도 전류가 흐른다.

14

ㄱ. 단말기와 교통 카드는 전자기 유도를 이용해 무선 통신을 한다.
ㄴ. 교통 카드는 전자기 유도를 이용해 단말기로부터 전기 에너지를 공급받는다.

오답 피하기 ㄷ. 교통 카드에 흐르는 유도 전류의 세기와 방향이 변하므로 자기장의 세기도 변한다.

15

(1) 자석이 p를 통과할 때 아랫면이 금속 고리에 접근한다. 이때 ㉠ 방향으로 유도 전류가 흐르므로 유도 전류가 만드는 자기장의 방향은 위쪽이다. 따라서 자석의 아랫면은 N극이고 윗면은 S극이다.

채점 기준	배점(%)
윗면이 S극임을 쓰고 타당한 근거를 제시한 경우	100
윗면이 S극임만 명시한 경우	40

(2) 금속 고리에는 자석의 운동을 방해하는 방향으로 유도 전류가 흐른다. 자석의 S극이 멀어지므로 금속 고리에는 아래쪽이 N극이 되도록 유도 전류가 흐른다. 따라서 유도 전류는 ㉡ 방향으로 흐른다.

채점 기준	배점(%)
유도 전류의 방향을 ㉡ 방향으로 쓰고 타당한 근거를 제시한 경우	100
유도 전류의 방향만 옳게 쓴 경우	40

16

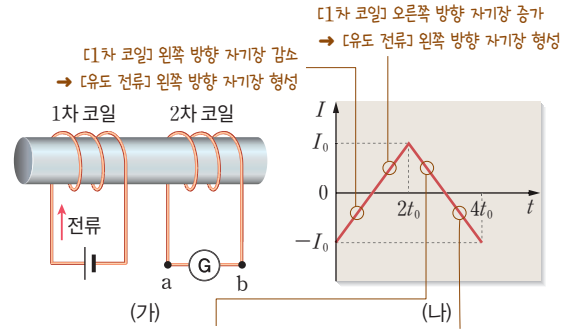
(1) (나)에서 A는 가속도가 일정하므로 자석이 받는 알짜힘의 크기가 일정하다. B에서는 자석의 속도가 증가할수록 알짜힘의 크기가 감소한다. 따라서 B에서는 자석이 운동 반대 방향으로 유도 전류에 의한 자기력을 받는다.

(2) B에서 자석이 운동할 때 구리 관에는 자기장의 변화를 방해하는 방향의 유도 전류가 흐른다. 즉, 유도 전류가 흘러 자석의 운동을 방해하므로 막대자석이 지면에 닿는 순간의 속력이 A보다 B에서 느리다.

채점 기준	배점(%)
‘유도 전류’, ‘자석의 운동을 방해(또는 자기장의 변화를 방해)’라는 표현을 포함하여 설명한 경우	100
자기력에 의해 자석의 운동이 방해 받는다고만 설명한 경우	50

17

자료 분석 ① 두 코일 사이의 전자기 유도



- 전류-시간 그래프에서 기울기가 전류의 시간당 변화율이다.
→ 기울기가 $0 \sim 2t_0$ 사이에는 (+), $2t_0 \sim 4t_0$ 사이에는 (-)이다.
→ 유도 전류에 의한 자기장의 방향은 $0 \sim 2t_0$ 사이에는 왼쪽, $2t_0 \sim 4t_0$ 사이에는 오른쪽이다.

(1) $0 \sim t_0$ 일 때 1차 코일에는 화살표와 반대 방향으로 전류가 흐르며, 전류의 세기는 감소한다. 따라서 1차 코일에 의한 자기장은 왼쪽 방향이며 세기가 감소한다. 이때 2차 코일에는 왼쪽 방향으로 자기장이 만들어지도록 유도 전류가 흐른다.

채점 기준	배점(%)
타당한 추론으로 유도 전류의 방향을 찾은 경우	100
유도 전류의 방향만 옳게 찾은 경우	40

(2) $t_0 \sim 2t_0$ 일 때 1차 코일에는 화살표 방향으로 전류가 흐르며, 전류의 세기는 증가한다. 따라서 1차 코일에 의한 자기장은 오른쪽 방향이며 세기가 증가한다.

채점 기준	배점(%)
타당한 추론으로 유도 전류의 방향이 같은 시간을 찾은 경우	100
유도 전류의 방향이 같은 시간만 명시한 경우	40

18

(1) 전기 기타 줄은 강자성체로 만들기 때문에 영구 자석에 의해 강하게 자기화된다. 기타 줄이 진동하면 기타 줄과 코일 사이의 거리가 변하므로 코일을 통과하는 자기장이 변한다.

(2) 기타 줄이 아래로 운동할 때는 S극이 코일에 접근하므로 코일에는 위쪽이 S극이 되도록 유도 전류가 흐른다. 따라서 유도 전류의 방향은 ㉢이다.

채점 기준	배점(%)
타당한 근거를 통해 유도 전류의 방향을 옳게 찾은 경우	100
유도 전류의 방향만 명시한 경우	40