

EBS 개념완성 · 물리학

내신 기초 · 실력 향상 집중

II 전기와 자기

II-2

전기과 자기의 상호작용

내신 기초 · 실력 향상

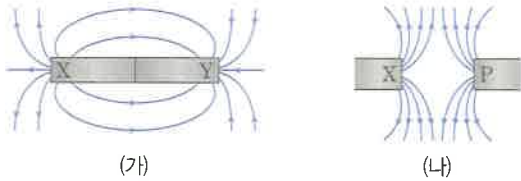
2 전기와 자기의 상호작용



내신 기초 문제

> 26700-0156

01 그림 (가), (나)는 자석 주위의 자기장의 모습을 자기력선으로 나타낸 것이다. X, Y, P는 각각 N극 또는 S극이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

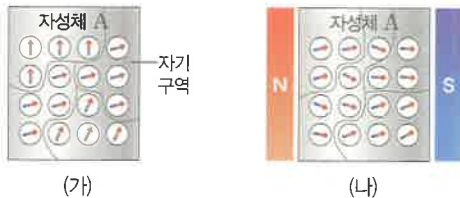
<보기>

- ㄱ. X는 N극이다. ㄴ. P는 S극이다.
- ㄷ. (나)에서 X 대신 Y를 놓으면 서로 당기는 자기력이 작용한다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

> 26700-0157

02 그림 (가), (나)는 각각 외부 자기장이 없을 때와 있을 때, 자성체 A의 원자 자석 상태와 자기 구역을 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

<보기>

- ㄱ. A는 강자성체이다.
- ㄴ. (나)에서 자기 구역이 사라진다.
- ㄷ. (나)에서 외부 자기장을 제거하면 A는 자기화되지 않는다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

> 26700-0158

03 그림은 자석 위에 흑연이 떠 있는 것을 나타낸 것이다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?



<보기>

- ㄱ. 흑연과 자석 사이에 서로 밀어내는 자기력이 작용한다.
- ㄴ. 흑연을 자석에서 멀리 하면 흑연은 자기화되지 않는다.
- ㄷ. 흑연은 자석에 의한 자기장의 방향과 반대 방향으로 자기화된다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

★중요

> 26700-0159

04 그림 (가)는 자기화되지 않은 자성체 A를 균일한 자기장에서 자기화시키는 것을 나타낸 것이다. 그림 (나)는 (가)에서 충분한 시간이 지난 후 A를 꺼내어 가만히 놓았더니 금속 고리를 통과할 때 고리에 유도 전류가 흐르는 모습을 나타낸 것이다. P는 A의 한쪽 면이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

<보기>

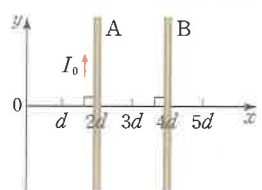
- ㄱ. A는 상자성체이다.
- ㄴ. A가 고리를 지난 직후 고리에 흐르는 유도 전류의 방향은 ㉠이다.
- ㄷ. A가 고리를 지나기 전과 지난 후에 고리가 A에 작용하는 자기력의 방향은 반대이다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

★중요

> 26700-0160

05 그림과 같이 xy 평면에 일정한 전류가 흐르는 무한히 긴 직선 도선 A, B가 고정되어 있다. A에는 세기가 I_0 으로 일정한 전류가 $+y$ 방향으로 흐르고, $x=d$ 에서 A, B의 전류에 의한 자기장은 0이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

<보기>

- ㄱ. B에 흐르는 전류의 방향은 $+y$ 방향이다.
- ㄴ. B에 흐르는 전류의 세기는 $3I_0$ 이다.
- ㄷ. $x=3d$ 에서 A, B의 전류에 의한 자기장의 방향은 xy 평면에 수직으로 들어가는 방향이다.

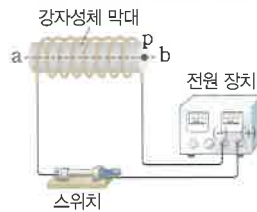
- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

06 그림은 하드 디스크의 구조를 나타낸 것이다. 헤드의 코일에 정보가 담긴 전류가 흐르면 자기장이 생기고, 이 자기장에 의해 플래터의 산화 철이 자기화되어 정보를 저장한다. 그리고 외부 자기장이 사라져도 자기화된 상태를 유지한다. 산화 철은 어떠한 자성체인지 쓰시오.



> 26700-0161

07 그림은 전원 장치에 연결된 솔레노이드 내부에 강자성체 막대를 넣고 스위치를 닫은 것을 나타낸 것이다. a와 b를 잇는 점선은 솔레노이드의 중심축이고, 점 p는 막대의 한쪽 끝이다. 스위치를 닫은 후, 이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

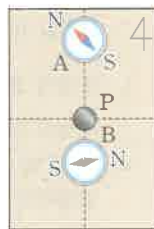


> 26700-0162

- ◀ 보기 ▶
- ㄱ. 솔레노이드 내부에서 솔레노이드에 흐르는 전류에 의한 자기장의 방향은 $a \rightarrow b$ 이다.
 - ㄴ. 막대의 p는 S극으로 자기화된다.
 - ㄷ. 스위치를 열어도 막대는 자기화된 상태를 유지한다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

08 그림과 같이 일정한 전류가 흐르는 무한히 긴 직선 도선 P가 종이면에 수직으로 고정되어 있다. 직선 도선으로부터 거리는 나침반 A가 나침반 B보다 멀다. 이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?



> 26700-0163

- ◀ 보기 ▶
- ㄱ. 전류에 의한 자기장의 세기는 B에서가 A에서보다 크다.
 - ㄴ. P에 흐르는 전류의 방향은 종이면에서 수직으로 나오는 방향이다.
 - ㄷ. P에 흐르는 전류의 방향을 반대로 하면 B의 자침의 N극은 북서쪽을 가리킨다.

① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

09 그림은 자기화되지 않은 액체 A와 B를 막대자석의 옆면 근처에서 낙하시켰을 때, 자석 근처에서 액체의 흐름이 휘어지는 것을 나타낸 것이다.



> 26700-0164

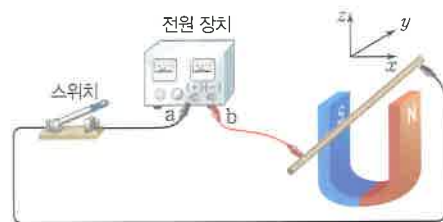
이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

- ◀ 보기 ▶
- ㄱ. A는 반자성을 나타낸다.
 - ㄴ. B는 자석 근처에서 자석에 의한 자기장의 방향과 같은 방향으로 자기화된다.
 - ㄷ. 막대자석의 N극과 S극을 반대로 하면 B는 자석에서 멀어지는 방향으로 휘어진다.

① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

★중요 **10** 그림과 같이 전원 장치, 스위치, 말굽자석, 직선 도선, 집게 도선으로 회로를 연결한다. 자석에 의한 자기장의 방향은 $-x$ 방향이고, 직선 도선은 y 축과 나란하다. a와 b는 각각 전원 장치의 (+)단자, (-)단자와 연결된 집게이다.

> 26700-0165



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

- ◀ 보기 ▶
- ㄱ. 스위치를 닫으면 직선 도선은 $+z$ 방향으로 자기력을 받는다.
 - ㄴ. a, b를 서로 바꾸어 연결하고 스위치를 닫으면 직선 도선이 받는 자기력의 방향이 반대로 바뀐다.
 - ㄷ. 직선 도선에 흐르는 전류의 세기가 커지면 직선 도선이 받는 자기력의 크기는 커진다.

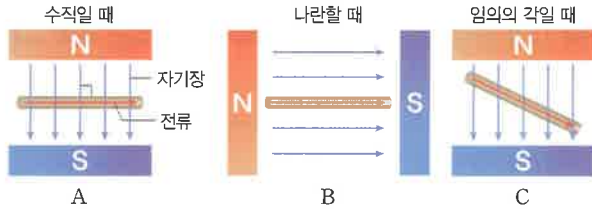
① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ



내신 기초 문제

> 26700-0166

11 그림 A~C는 세기가 같은 전류가 흐르는 직선 도선의 일부가 균일하고 세기가 동일한 자기장 내에 놓인 세 가지 경우를 나타낸 것이다. A, B, C에서 자기장 내에 놓인 직선 도선의 길이는 모두 같다. A에서는 자기장의 방향과 전류의 방향이 서로 수직이고, B에서는 자기장의 방향과 전류의 방향이 서로 나란하며, C에서는 자기장의 방향과 전류의 방향이 임의의 각을 이룬다.

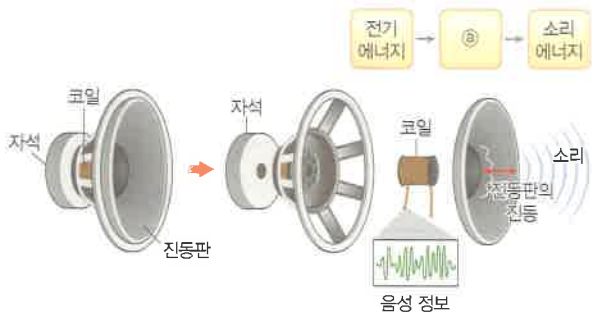


A, B, C에서 도선이 받는 자기력의 크기가 각각 F_A , F_B , F_C 일 때, F_A , F_B , F_C 의 크기를 비교한 것으로 옳은 것은?

- ① $F_A > F_B > F_C$ ② $F_A = F_B > F_C$
 ③ $F_A > F_C > F_B$ ④ $F_C > F_A > F_B$
 ⑤ $F_A = F_B = F_C$

> 26700-0167

12 그림은 스피커의 구조와 스피커에 음성 정보가 입력될 때의 에너지 변환을 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

◀ 보기 ▶

- ㄱ. 코일에 흐르는 전류의 세기는 일정하다.
 ㄴ. '운동 에너지'는 ㉠로 적절하다.
 ㄷ. 코일은 자기력을 받아 진동한다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

> 26700-0168

13 그림과 같이 검류계가 연결된 코일 주위에서 막대자석을 코일에 접근시켰다가 멀리 하는 운동을 한다. 이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?



◀ 보기 ▶

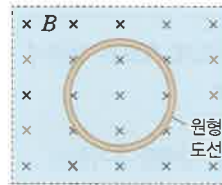
- ㄱ. 자석의 운동을 빠르게 하면 유도 전류의 세기가 커진다.
 ㄴ. 자석이 접근할 때와 멀어질 때, 검류계에 흐르는 유도 전류의 방향은 같다.
 ㄷ. 자석을 동일하게 운동시킬 때, 코일의 감은 수를 더 크게 하면 유도 전류의 세기가 커진다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

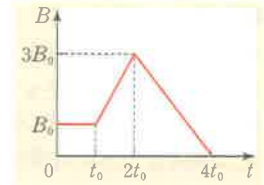
★ 중요

> 26700-0169

14 그림 (가)와 같이 균일한 자기장 영역에 원형 도선이 고정되어 있다. 자기장의 방향은 종이면에 수직으로 들어가는 방향이다. 그림 (나)는 (가)의 자기장의 세기 B 를 시간 t 에 따라 나타낸 것이다.



(가)



(나)

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

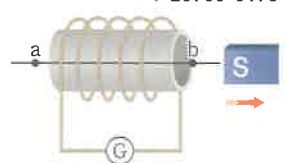
◀ 보기 ▶

- ㄱ. 도선을 지나는 자기 선속은 $\frac{t_0}{2}$ 일 때가 $\frac{3t_0}{2}$ 일 때보다 크다.
 ㄴ. 도선에 흐르는 유도 전류의 세기는 $\frac{3}{2}t_0$ 일 때가 $3t_0$ 일 때보다 크다.
 ㄷ. $3t_0$ 일 때 도선에 흐르는 유도 전류의 방향은 시계 반대 방향이다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

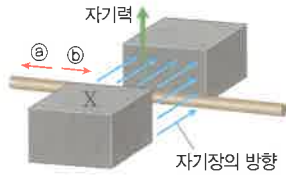
> 26700-0170

15 그림은 막대자석의 S극을 코일에서 멀리 하는 모습을 나타낸 것이다. 코일에 흐르는 유도 전류에 의해 점 a와 b 부분이 띠는 자극의 종류를 쓰시오.



> 26700-0171

16 그림은 자석에 의한 자기장 내에 전류가 흐르는 직선 도선이 화살표 방향으로 자기력을 받는 모습을 나타낸 것이다. X는 자석의 N극 또는 S극이다. ㉠, ㉡는 직선 도선에 흐르는 전류의 방향이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

◀ 보기 ▶

- ㄱ. 직선 도선에 흐르는 전류의 방향은 ㉠ 방향이다.
- ㄴ. X는 N극이다.
- ㄷ. 자석의 극과 전류의 방향을 모두 반대로 하면 자기력의 방향도 반대 방향이 된다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

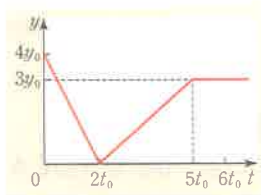
★ 중요

> 26700-0172

17 그림 (가)는 코일 위에서 막대자석을 연직 방향으로 운동시키는 모습을 나타낸 것이고, (나)는 코일과 자석 사이의 거리 y 를 시간 t 에 따라 나타낸 것이다.



(가)



(나)

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

◀ 보기 ▶

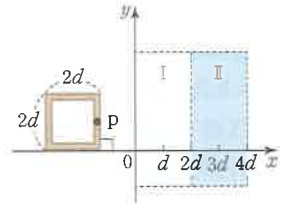
- ㄱ. t_0 일 때와 $3t_0$ 일 때 검류계에 흐르는 유도 전류의 방향은 반대이다.
- ㄴ. 검류계에 흐르는 유도 전류의 세기는 t_0 일 때가 $4t_0$ 일 때보다 작다.
- ㄷ. $6t_0$ 일 때 검류계에는 일정한 세기의 유도 전류가 흐른다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

★ 중요

> 26700-0173

18 그림과 같이 한 변의 길이가 $2d$ 인 정사각형 금속 고리가 xy 평면에서 $+x$ 방향으로 등속도 운동을 하며 세기가 각각 균일하고 방향이 xy 평면에 수직인 자기장 영역 I, II를 지난다.



금속 고리의 점 p의 위치가 각각 $x=d$, $x=5d$ 일 때 p에는 세기가 I_0 으로 같은 유도 전류가 $+y$ 방향으로 흐른다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

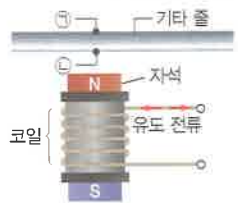
◀ 보기 ▶

- ㄱ. I 과 II에서 자기장의 방향은 같다.
- ㄴ. p의 위치가 $x=3d$ 일 때, p에 흐르는 유도 전류의 세기는 $2I_0$ 이다.
- ㄷ. p의 위치가 $x=3d$ 일 때, p에 흐르는 유도 전류의 방향은 $-y$ 방향이다.

① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

> 26700-0174

19 그림은 전자기 유도를 이용해 기타 줄의 진동을 감지하는 전기 기타 픽업의 구조를 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

◀ 보기 ▶

- ㄱ. 기타 줄의 ㉠은 N극, ㉡은 S극으로 자기화된다.
- ㄴ. 자석의 극을 바꾸어도 전자기 유도 현상이 나타난다.
- ㄷ. 기타 줄이 진동할 때, 코일에 흐르는 유도 전류의 세기는 일정하다.

① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

> 26700-0175

20 그림은 교통 카드가 작동하는 원리를 나타낸 것으로, 교통 카드를 카드 단말기에 가까이 하면 교통 카드 내부의 코일에 유도 전류가 흐르게 된다.



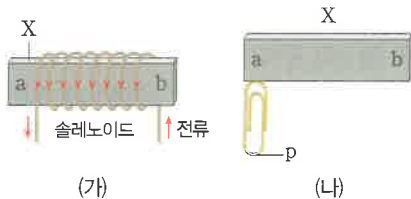
이 유도 전류는 IC칩에 내장된 정보를 읽고 다시 카드 단말기에 전자기 유도 방식으로 정보가 전달된다. 교통 카드에 적용된 것과 같이 전파를 통해 물체나 사람을 식별하는 인식 시스템을 무엇이라고 하는지 쓰시오.



실력 향상 문제

> 26700-0176

01 그림 (가)는 물체 X가 솔레노이드에 의해 자기화된 모습을 나타낸 것으로, a와 b는 X의 양쪽 끝이다. 그림 (나)는 (가)의 X에 자기화되지 않은 철 클립을 a에 가까이 했을 때 철 클립이 a에 붙는 모습을 나타낸 것이다. p는 클립의 한쪽 끝이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

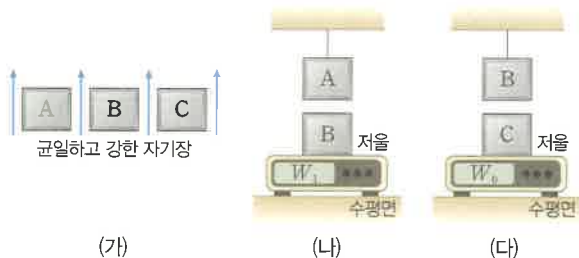
<보기>

- ㄱ. X는 상자성체이다.
- ㄴ. 클립의 p는 S극으로 자기화된다.
- ㄷ. (가)에서 솔레노이드 내부의 자기장은 $b \rightarrow a$ 방향이다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

> 26700-0177

02 그림 (가)는 자기화되지 않은 물체 A~C를 균일하고 강한 자기장 영역에 놓아 자기화시키는 모습을 나타낸 것이다. 그림 (나), (다)는 (가)의 A, B, C를 이용한 것으로, 실에 매단 A, B를 저울 위에 각각 놓아 정지한 B, C에 같은 거리만큼 가까이 하여 정지한 모습을 나타낸 것이다. A~C는 강자성체, 상자성체, 반자성체를 순서 없이 나타낸 것으로, A~C의 무게는 W_0 로 같다. 저울의 눈금 $W_1 > W_0$ 이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, A~C와 저울의 상호작용은 무시한다.)

<보기>

- ㄱ. A는 강자성체이다.
- ㄴ. (다)에서 B와 C 사이에는 서로 당기는 자기력이 작용한다.
- ㄷ. (다)에서 B를 A로 바꾸면 저울의 눈금은 W_0 보다 작다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

★중요

> 26700-0178

03 다음은 전류에 의한 자기장에 대한 실험이다.

[실험 과정]

(가) 그림과 같이 실험 장치를 구성한다.



(나) 스위치를 닫고 나침반 자침의 방향을 관찰한다.

(다) (가)에서 전류의 방향만을 반대가 되도록 바꾸고 (나)를 반복한다.

(라) (다)에서 전류의 세기를 2배로 하고 (나)를 반복한다.

[실험 결과]



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

<보기>

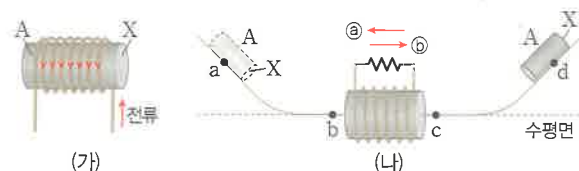
- ㄱ. (나)에서 직선 도선에 흐르는 전류는 $b \rightarrow a$ 방향이다.
- ㄴ. (가)에서 전류가 흐르지 않으면 나침반 자침의 방향은 직선 도선과 나란하다.
- ㄷ. (라)에서 전원 장치의 (+), (-) 단자에 연결된 집게를 서로 바꾸어 연결하면 직선 도선과 나침반 자침의 N극이 이루는 각은 (라)에서보다 작다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

※실용

> 26700-0179

04 그림 (가)는 강자성체 A가 솔레노이드에 의해 자기화된 모습을 나타낸 것으로, X는 A의 한쪽 끝이다. 그림 (나)는 (가)에서 A를 레일의 한 점 a에 가만히 놓았을 때 점 b, c를 지나 점 d에 도달한 모습을 나타낸 것이다.

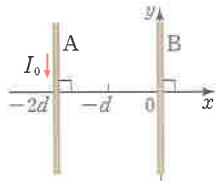


A가 b, c를 지날 때 각각 저항에 흐르는 전류의 방향(㉓, ㉔)을 고르고, 그 까닭을 서술하시오. (단, A의 크기는 무시한다.)

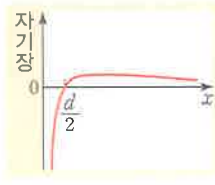
★ 중요

> 26700-0180

05 그림 (가)와 같이 일정한 전류가 흐르는 무한히 긴 직선 도선 A, B가 xy 평면의 $x = -2d$, $x = 0$ 에 각각 고정되어 있다. A에는 세기가 I_0 인 전류가 $-y$ 방향으로 흐른다. 그림 (나)는 $x > 0$ 인 영역에서 A, B의 전류에 의한 자기장을 x 에 따라 나타낸 것으로, $x = \frac{d}{2}$ 에서 B의 전류에 의한 자기장의 세기는 B_0 이다. 자기장의 방향은 xy 평면에서 수직으로 나오는 방향이 양(+)이다.



(가)



(나)

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

<보기>

- ㄱ. B에 흐르는 전류의 방향은 $+y$ 방향이다.
- ㄴ. B에 흐르는 전류의 세기는 $\frac{I_0}{4}$ 이다.
- ㄷ. $x = -d$ 에서 A, B의 전류에 의한 자기장의 세기는 $\frac{5}{2}B_0$ 이다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

06 그림과 같이 무한히 긴 직선 도선 A와 점 P를 중심으로 하고 반지름이 각각 $2d$, d 인 원형 도선 B, C가 xy 평면에 고정되어 있다. B에는 세기가 I_0 인 전류가 시계 방향으로 흐른다. P에서 A의 전류에 의한 자기장의 세기는 B_0 , A, B의 전류에 의한 자기장은 0이고, A, B, C의 전류에 의한 자기장의 세기는 $1.5B_0$ 이다. 이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

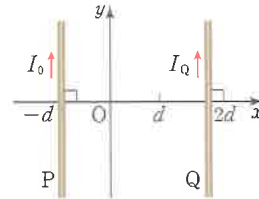
<보기>

- ㄱ. A에 흐르는 전류의 방향은 $+x$ 방향이다.
- ㄴ. C에 흐르는 전류의 세기는 $\frac{3}{4}I_0$ 이다.
- ㄷ. C에 흐르는 전류의 방향이 시계 방향이면 P에서 B와 C의 전류에 의한 자기장의 세기는 $0.5B_0$ 이다.

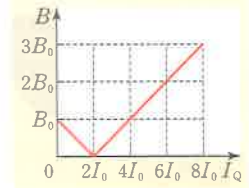
- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

> 26700-0182

07 그림 (가)와 같이 전류가 흐르는 무한히 긴 직선 도선 P, Q가 xy 평면에 고정되어 있다. P에는 세기가 I_0 인 전류가 $+y$ 방향으로 흐른다. 그림 (나)는 $+y$ 방향으로 흐르는 Q의 전류의 세기 I_Q 에 따라 원점 O에서 P, Q의 전류에 의한 자기장의 세기 B 를 나타낸 것이다.



(가)



(나)

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

<보기>

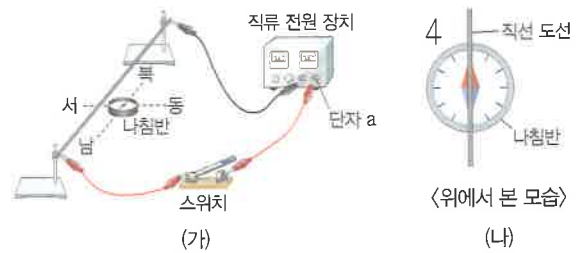
- ㄱ. O에서 P의 전류에 의한 자기장의 세기는 B_0 이다.
- ㄴ. $I_Q = 2I_0$ 일 때, $x = \frac{d}{2}$ 에서 Q의 전류에 의한 자기장의 세기는 $\frac{4}{3}B_0$ 이다.
- ㄷ. $I_Q = 4I_0$ 일 때, $x = d$ 에서 P와 Q의 전류에 의한 자기장의 세기는 $\frac{7}{2}B_0$ 이다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

★ 서술형

> 26700-0183

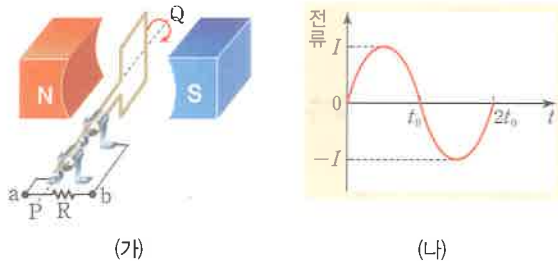
08 그림 (가)는 수평면에 놓인 나침반의 연직 위에 나침반 자침과 나란하게 직선 도선을 고정한 모습을, (나)는 직선 도선에 전류가 흐르기 전 나침반을 위에서 본 모습을 나타낸 것이다.



- (1) 스위치를 연결한 후 나침반 자침의 N극이 동쪽으로 회전하였을 때, 단자 a의 극의 종류를 그 까닭과 함께 서술하시오.
- (2) 직선 도선에 흐르는 전류의 세기를 크게 할 때, 나침반 자침의 변화를 까닭과 함께 서술하시오.

> 26700-0184

09 그림 (가)는 시간 $t=0$ 일 때 균일한 자기장 내에서 PQ 를 축으로 일정한 속력으로 화살표 방향으로 회전하는 사각형 도선이 자기장의 방향에 수직일 때의 모습을 나타낸 것이고, (나)는 (가)의 순간부터 사각형 도선에 흐르는 전류를 t 에 따라 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

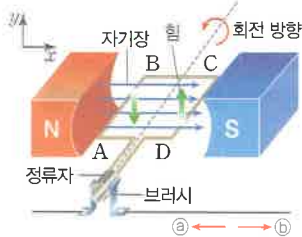
◻ 보기

- ㄱ. 도선이 회전할 때 운동 에너지의 일부가 전기 에너지로 전환된다.
- ㄴ. t_0 일 때, 도선의 내부를 통과하는 자기 선속이 최대이다.
- ㄷ. $\frac{7}{4}t_0$ 일 때, 저항 R에 흐르는 전류의 방향은 $a \rightarrow R \rightarrow b$ 이다.

① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

> 26700-0185

10 그림은 $+x$ 방향의 균일한 자기장 내에서 일정한 전류가 흐르는 도선이 회전할 때 시간 $t=0$ 인 순간의 모습을 나타낸 것이다. A, B, C, D는 각각 도선의 네 모서리이고, 도선 AB와 CD는 각각 $-y$ 방향, $+y$ 방향으로 자기력을 받는다. 코일의 회전 주기는 T 이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

◻ 보기

- ㄱ. $t=0$ 일 때, 전류의 방향은 ㉓이다.
- ㄴ. $t=0$ 일 때, 도선 BC에는 자기력이 작용하지 않는다.
- ㄷ. $t=\frac{T}{2}$ 일 때, 도선 AB에 작용하는 자기력의 방향은 $+y$ 방향이다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

★ 중요

> 26700-0186

11 다음은 자기력에 대한 실험이다.

[실험 과정]

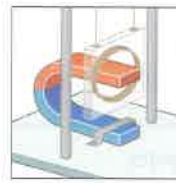
(가) 그림과 같이 말굽자석 사이에 여러 번 감은 코일을 매달아 정지시키고, 집게 도선 a, b를 연결한다.

(나) 스위치를 연결하여 코일의 움직임을 관찰한다.

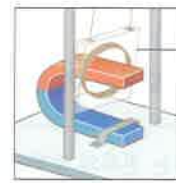
(다) 단자에 연결한 a, b의 위치를 바꾼 후 (나)를 반복한다.

[실험 결과]

• 스위치 연결 전



• (나)의 결과



코일이 말굽자석 안쪽으로 기울어짐

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

◻ 보기

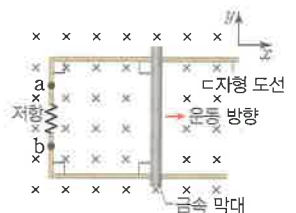
- ㄱ. (나)의 결과는 자석의 자기장과 코일에 흐르는 전류에 의한 자기장이 상호작용하기 때문에 나타나는 현상이다.
- ㄴ. (나)에서 코일에 흐르는 전류의 세기를 크게 하면 연직 방향에 대해 코일이 기울어진 각이 커진다.
- ㄷ. (다)의 결과에서 코일의 기울어진 방향은 (나)에서와 반대 방향이다.

① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

★ 실용

> 26700-0187

12 그림과 같이 xy 평면에 수직으로 들어가는 방향의 균일한 자기장 영역에서 xy 평면에 놓인 저항이 연결된 고정된 Γ 자형 도선 위에서 금속 막대가 $+x$ 방향으로 운동하고 있다.



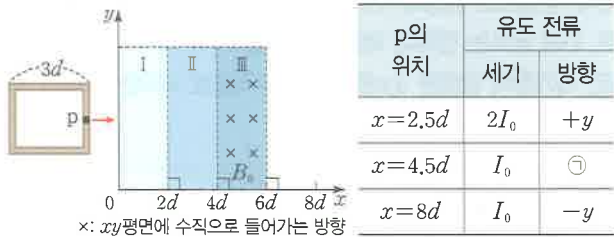
(1) 저항에 흐르는 유도 전류의 방향을 그 까닭과 함께 서술하시오.

(2) 금속 막대에 작용하는 자기력의 방향을 그 까닭과 함께 서술하시오.

★중요

> 26700-0188

13 그림과 같이 한 변의 길이가 $3d$ 인 직사각형 금속 고리가 xy 평면에서 $+x$ 방향으로 등속도 운동을 하며 균일한 자기장 영역 I, II, III을 지난다. III에서 자기장의 세기는 B_0 이다. 표는 도선에 고정된 점 p의 위치에 따라 p에 흐르는 유도 전류를 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

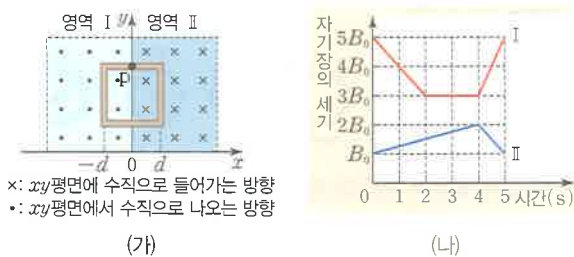
☞ 보기

- ㄱ. ⊙은 $-y$ 이다.
- ㄴ. $x=d$ 일 때, p에 흐르는 유도 전류의 세기는 I_0 이다.
- ㄷ. 자기장의 세기는 II에서가 I에서의 2배이다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

> 26700-0189

14 그림 (가)와 같이 균일한 자기장 영역 I, II가 있는 xy 평면에 한 변의 길이가 $2d$ 인 정사각형 금속 고리가 고정되어 있다. 그림 (나)는 (가)의 I, II에서 자기장의 세기를 시간에 따라 나타낸 것이다. 3초일 때 p에 흐르는 유도 전류의 세기는 I_0 이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

☞ 보기

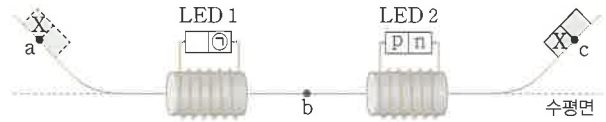
- ㄱ. 1초일 때, p에 흐르는 유도 전류의 세기는 $4I_0$ 이다.
- ㄴ. 1초일 때, p에 흐르는 유도 전류의 방향은 $-x$ 방향이다.
- ㄷ. p에 흐르는 유도 전류의 방향은 3초일 때와 4.5초일 때가 같다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

★중요

> 26700-0190

15 그림과 같이 동일한 p-n 접합 발광 다이오드(LED) 1, 2가 연결된 동일한 두 솔레노이드의 중심축을 지나는 마찰이 없는 레일이 있다. a, b, c는 레일 위의 지점이다. a에 가만히 놓은 자석은 솔레노이드를 통과하여 b를 지나는 순간 LED 1에서만 빛이 방출되고, c에서 자석의 속력이 0이다. X는 N극 또는 S극이고, ⊙은 p형 반도체 또는 n형 반도체이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

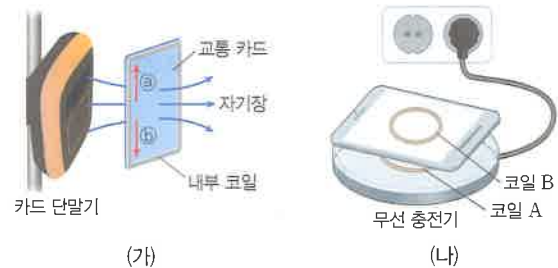
☞ 보기

- ㄱ. X는 S극이다.
- ㄴ. ⊙은 n형 반도체이다.
- ㄷ. 자석이 c에서 내려와 다시 b를 지날 때 LED 2에 역방향 전압이 걸린다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

> 26700-0191

16 그림 (가)는 교통 카드의 작동 원리를 나타낸 것으로, 교통 카드를 카드 단말기에 가까이 하면 단말기에서 발생하는 증가하는 자기장에 의해 교통 카드 내부의 코일에 유도 전류가 흐른다. 그림 (나)는 휴대 전화를 무선 충전기 위에 놓고 충전하는 모습을 나타낸 것이다. 코일 A, B는 각각 무선 충전기와 휴대 전화 내부에 있고, A에 흐르는 전류의 세기는 주기적으로 변한다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

☞ 보기

- ㄱ. (가)에서 교통 카드의 내부 코일에 흐르는 유도 전류의 방향은 ㉓이다.
- ㄴ. (나)에서 B를 통과하는 자기 선속은 주기적으로 변한다.
- ㄷ. (나)에서 B에 흐르는 유도 전류에 의한 전기 에너지는 화학 에너지로 전환된다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

정답과 해설

내신 기초 문제 · 실력 향상 문제 해설
2 전기와 자기의 상호작용

2 전기와 자기의 상호작용

탐구 활동

본문 88쪽

1~2 해설 참조

1 **모범 답안** 플라스틱 컵에 붙어 있는 코일은 네오디뮴 자석의 자기장 내에 있다. 코일에 세기와 방향이 변하는 전류가 흐르면 코일에 흐르는 전류에 의한 자기장의 세기와 방향이 바뀌고, 코일에 흐르는 전류에 의한 자기장과 네오디뮴 자석에 의한 자기장이 상호작용하며 코일에 자기력이 작용하여 플라스틱 컵이 진동한다.

2 **모범 답안** 코일에 전류가 흐를 때 코일이 진동하므로 전기 에너지가 운동 에너지로 전환된다. 코일이 진동하며 플라스틱 컵이 진동하여 소리 에너지로 전환된다.

수행평가 탐구 문제

본문 89쪽

01~05 해설 참조

01 **모범 답안** 라디오에서 발생한 전기 신호에 의한 전류가 종이컵 스피커의 코일에 흐르면 전류에 의한 자기장과 원형 자석에 의한 자기장의 상호작용에 의해 종이컵의 밑면이 진동하여 소리가 발생한다.

02 **모범 답안** 종이컵 스피커에서 더 큰 소리가 발생하기 위해서는 종이컵 밑면의 진동을 크게 하면 된다. 따라서 원형 자석을 자기력이 더 큰 자석으로 바꾸거나, 코일의 감은 수를 더 늘리면 된다.

03 **모범 답안** 라디오에서 코일에 입력되는 전기 신호(교류)에 의한 전기 에너지가 종이컵의 밑면을 진동시키는 운동 에너지로 전환된 후 종이컵의 밑면이 진동하여 소리 에너지로 전환된다.

04 **모범 답안** 1차 코일에 흐르는 전류가 변하면 전류에 의한 자기장도 변하고, 변하는 자기장이 2차 코일을 통과하여 2차 코일에 전자기 유도에 의한 유도 전류가 흐른다. 따라서 1차 코일의 전기 에너지는 2차 코일의 전기 에너지로 전환된다.

05 **모범 답안** (나)에서 자기장 내에 있는 전류가 흐르는 직선 도선이 위쪽으로 힘(자기력)을 받으려면 전류는 앞쪽에서 뒤쪽으로 흘러야 한다. 따라서 전원 장치의 ㉠은 (－) 단자이다.

내신 기초 문제

본문 90~93쪽

- 01 ③ 02 ① 03 ⑤ 04 ② 05 ④
 06 강자성체 07 ④ 08 ⑤ 09 ③ 10 ④
 11 ③ 12 ④ 13 ③ 14 ②
 15 a: S극, b: N극 16 ② 17 ① 18 ④
 19 ③ 20 전파 식별(RFID)

01 **정답 맞히기** ㄱ. X에서 자기력선이 나와서 Y로 들어가므로 X는 N극, Y는 S극이다.

ㄷ. Y는 S극, P는 N극이므로 (나)에서 X 대신 Y를 놓으면 Y와 P 사이에는 서로 당기는 자기력이 작용한다.

오답 피하기 ㄴ. X와 P 사이에 서로 밀어내는 자기력이 작용하므로 P는 X와 같은 N극이다.

02 **정답 맞히기** ㄱ. 자기 구역이 있고, 외부 자기장의 방향과 같은 방향으로 자기화되는 자성체 A는 강자성체이다.

오답 피하기 ㄴ, ㄷ. (나)의 과정에서 A의 자기 구역은 자기화된 방향이 같은 자기 구역과 합쳐져 자기 구역이 커지지만 자기 구역이 사라지지 않고, 외부 자기장을 제거해도 A는 외부 자기장의 방향과 같은 방향으로 자기화된 상태를 유지한다.

03 **정답 맞히기** ㄱ. 자석 위에 흑연이 떠 있는 것은 흑연과 자석 사이에 서로 밀어내는 자기력이 작용하기 때문이다.

ㄴ. 흑연은 반자성체이므로 자석에서 멀리 하면 흑연의 자기화된 상태가 사라진다.

ㄷ. 흑연과 자석 사이에 서로 밀어내는 자기력이 작용하는 것은 흑연 내부가 자석에 의한 자기장의 방향과 반대 방향으로 자기화되기 때문이다.

04 **정답 맞히기** ㄴ. (가)에서 A의 P는 N극으로 자기화되므로 (나)에서 A가 고리를 지난 직후 고리에 흐르는 유도 전류의 방향은 ㉠이다.

오답 피하기 ㄱ. A를 자기화시킨 후 (나)에서 고리를 통과시킬 때 고리에 유도 전류가 흐르므로 A는 자기화된 상태를 유지하는 강자성체이다.

ㄷ. A가 고리를 지나기 전 고리가 A에 작용하는 자기력의 방향은 자석이 접근하는 것을 방해하는 연직 위 방향이고, A가 고리를 지난 후 고리가 A에 작용하는 자기력의 방향은 자석이 멀어지는 것을 방해하는 연직 위 방향이다.



05 [정답 맞히기] ㄴ. 직선 도선에 흐르는 전류에 의한 자기장의 세기는 전류의 세기에 비례하고 거리에 반비례한다. $x=d$ 에서 A의 전류에 의한 자기장의 세기와 B의 전류에 의한 자기장의 세기가 같으므로 B에 흐르는 전류의 세기는 $3I_0$ 이다.

ㄷ. $x=3d$ 에서 A, B의 전류에 의한 자기장의 방향은 B의 전류에 의한 자기장의 방향과 같으므로 xy 평면에 수직으로 들어가는 방향이다.

[오답 피하기] ㄱ. $x=d$ 에서 A, B의 전류에 의한 자기장이 0이고, A의 전류에 의한 자기장의 방향은 xy 평면에서 수직으로 나오는 방향이므로 B의 전류에 의한 자기장의 방향은 xy 평면에 수직으로 들어가는 방향이다. 따라서 B에 흐르는 전류의 방향은 $-y$ 방향이다.

06 [정답 맞히기] 하드 디스크에 정보를 저장하기 위해서는 정보를 담은 전류에 의한 자기장에 의해 자기화된 산화 철이 외부 자기장이 사라져도 자기화된 상태를 유지해야 한다. 따라서 산화 철은 강자성체이다.

07 [정답 맞히기] ㄴ. 솔레노이드에 흐르는 전류에 의한 자기장의 방향이 $b \rightarrow a$ 이므로 막대의 a는 N극, b는 S극으로 자기화된다. 따라서 막대의 p는 S극으로 자기화된다.

ㄷ. 강자성체는 자기화시킨 후 스위치를 열어 외부 자기장을 제거해도 자기화된 상태를 유지한다.

[오답 피하기] ㄱ. 오른손을 이용해 찾으면 솔레노이드에 흐르는 전류에 의한 솔레노이드 내부에서 자기장의 방향은 $b \rightarrow a$ 이다.

08 [정답 맞히기] ㄱ. 직선 도선에 흐르는 전류에 의한 자기장의 방향은 전류의 세기에 비례하고 거리에 반비례한다. 직선 도선으로부터의 거리는 B가 A보다 가까우므로 전류에 의한 자기장의 세기는 B에서가 A에서보다 크다.

ㄴ. A의 자침의 N극이 서쪽으로 회전하였으므로 P에 흐르는 전류의 방향은 종이면에서 수직으로 나오는 방향이다.

ㄷ. P에 흐르는 전류의 방향을 반대로 하면 전류에 의한 자기장의 방향이 반대가 되므로 B의 자침의 N극이 서쪽으로 회전하여 북서쪽을 가리킨다.

09 [정답 맞히기] ㄱ. A는 자석의 자기장에 의해 밀려나므로 A는 반자성을 나타낸다.

ㄴ. B는 자석과 당기는 자기력이 작용하므로 자기장의 방향과 같은 방향으로 자기화된다.

[오답 피하기] ㄷ. 막대자석의 N극과 S극을 반대로 해도 B의 자성은 변하지 않으므로 B는 자석에 가까워지는 방향으로 휘어진다.

10 [정답 맞히기] ㄴ. a, b를 서로 바꾸어 연결하고 스위치를 닫으면 직선 도선에 흐르는 전류의 방향이 반대가 되므로 직선 도선이 받는 자기력의 방향이 반대가 된다.

ㄷ. 직선 도선이 받는 자기력의 크기는 전류의 세기, 자기장의 세기에 비례하므로 직선 도선에 흐르는 전류의 세기가 커지면 직선 도선이 받는 자기력의 크기는 커진다.

[오답 피하기] ㄱ. 오른손을 이용해 찾으면 전류가 흐르는 직선 도선은 $-z$ 방향으로 자기력을 받는다.

11 [정답 맞히기] ③ 자기장 내에 있는 전류가 흐르는 직선 도선이 받는 힘의 크기는 자기장의 방향과 전류의 방향이 서로 수직일 때 가장 크고, 자기장의 방향과 전류의 방향이 나란할 때 0이다. 따라서 A, B, C에서 도선이 받는 자기력의 크기는 $F_A > F_C > F_B$ 이다.

12 [정답 맞히기] ㄴ. 스피커에서 전기 에너지는 진동판의 운동 에너지로 전환된 후 소리 에너지로 전환되므로 '운동 에너지'는 ㉠로 적절하다.

ㄷ. 코일에 전류가 흐를 때 전류에 의한 자기장과 영구 자석에 의한 자기장의 상호작용으로 코일은 자기력을 받아 진동한다.

[오답 피하기] ㄱ. 음성 정보에 의한 전류의 세기와 방향이 변하므로 코일에 흐르는 전류의 세기도 변한다. 따라서 코일에 흐르는 전류의 세기는 일정하지 않다.

13 [정답 맞히기] ㄱ. 자석의 운동을 빠르게 하면 단위 시간당 코일을 지나는 자기 선속의 변화가 커지므로 코일에 흐르는 유도 전류의 세기가 커진다.

ㄷ. 코일의 감은 수를 더 크게 하면 단위 시간당 코일을 지나는 자기 선속의 변화가 커지므로 코일에 흐르는 유도 전류의 세기가 커진다.

[오답 피하기] ㄴ. 렌즈 법칙에 의해 자석이 접근할 때와 멀어질 때, 검류계에 흐르는 유도 전류의 방향은 서로 반대이다.

14 [정답 맞히기] ㄴ. 도선에 흐르는 유도 전류의 세기는 단위 시간당 자기 선속의 변화량에 비례한다. 따라서 도선에 흐르는 유도 전류의 세기는 $\frac{3}{2}t_0$ 일 때가 $3t_0$ 일 때보다 크다.

오답 피하기 ㄱ. 원형 도선의 면적은 일정하고, 자기장의 세기는 $\frac{3t_0}{2}$ 일 때가 $\frac{t_0}{2}$ 일 때보다 크므로 도선을 지나는 자기 선속은 $\frac{3t_0}{2}$ 일 때가 $\frac{t_0}{2}$ 일 때보다 크다.

ㄴ. $2t_0$ 부터 $4t_0$ 까지 종이면에 수직으로 들어가는 방향의 자기장의 세기가 감소하므로, $3t_0$ 일 때 렌츠 법칙에 의해 도선에 흐르는 유도 전류의 방향은 시계 방향이다.

15 [정답 맞추기] 자석의 S극을 코일에서 멀리 하면 렌츠 법칙에 의해 코일의 단면을 지나는 자기장의 세기가 감소하는 것을 방해하는 방향의 자기장이 생기도록 코일에 유도 전류가 흐른다. 따라서 a는 S극, b는 N극이 된다.

16 [정답 맞추기] ㄴ. 자기장의 방향이 X에서 맞은편 극을 향하므로 X는 N극이다.

오답 피하기 ㄱ. 자기장의 방향, 도선이 받는 자기력의 방향, 전류의 방향은 서로 수직이므로 직선 도선에 흐르는 전류의 방향은 ⑥ 방향이다.

ㄴ. 자석의 극을 반대로 하면 도선이 받는 자기력의 방향이 반대가 된다. 또한 전류의 방향을 반대로 하면 자기력의 방향이 반대가 된다. 따라서 자석의 극과 전류의 방향을 모두 반대로 하면 자기력의 방향은 변하지 않는다.

17 [정답 맞추기] ㄱ. t_0 일 때 코일을 통과하는 자기 선속이 증가하고, $3t_0$ 일 때 코일을 통과하는 자기 선속이 감소하므로 t_0 일 때와 $3t_0$ 일 때 검류계에 흐르는 유도 전류의 방향은 반대 방향이다.

오답 피하기 ㄴ. 검류계에 흐르는 유도 전류의 세기는 단위 시간당 코일을 지나는 자기 선속의 변화량에 비례하므로 검류계에 흐르는 유도 전류의 세기는 t_0 일 때가 $4t_0$ 일 때보다 크다.

ㄴ. $6t_0$ 일 때 코일을 지나는 자기 선속의 변화가 없으므로 코일에 유도 전류가 흐르지 않는다.

18 [정답 맞추기] ㄴ. I 과 II에서 자기장의 세기는 같고, p의 위치가 $x=3d$ 일 때, I 과 II의 자기장에 의해 고리에 흐르는 유도 전류의 세기는 각각 I_0 이고, 유도 전류의 방향이 같으므로 p에 흐르는 유도 전류의 세기는 $2I_0$ 이다.

ㄴ. p의 위치가 $x=3d$ 일 때 I에 의한 자기 선속이 감소하고

II에 의한 자기 선속이 증가하므로 p에 흐르는 유도 전류의 방향은 $-y$ 방향이다.

오답 피하기 ㄱ. p의 위치가 $x=d$ 일 때 유도 전류의 방향이 $+y$ 방향이므로 I에서 자기장의 방향은 xy 평면에 수직으로 들어가는 방향이고, $x=5d$ 일 때 유도 전류의 방향이 $+y$ 방향이므로 II에서 자기장의 방향은 xy 평면에서 수직으로 나오는 방향이다. 따라서 I 과 II에서 자기장의 방향은 반대 방향이다.

19 [정답 맞추기] ㄱ. 기타 줄은 자석에 의한 자기장의 방향으로 자기화되므로 ㉠은 N극, ㉡은 S극으로 자기화된다.

ㄴ. 자석의 극을 바꾸어도 기타 줄이 자석에 의해 자기화되므로 기타 줄에 의한 전자기 유도 현상이 나타난다.

오답 피하기 ㄴ. 자기화된 기타 줄이 진동할 때 코일을 지나는 자기 선속이 변하므로 코일에 유도 전류가 흐른다. 이때 기타 줄의 진동에 의해 코일을 지나는 자기 선속의 시간에 따른 변화율이 일정하지 않고 코일에 흐르는 유도 전류의 세기도 일정하지 않다.

20 [정답 맞추기] 전파를 통해 물체나 사람을 식별하는 인식 시스템으로, 물체에 부착된 별도의 전자 태그가 필요하며, 태그 내부의 IC칩에 정보가 저장되어 있고, 전자기 유도 현상을 이용하여 저장된 정보를 읽어내는 시스템을 전파 식별(RFID)이라고 한다.

실력 향상 문제

본문 94~97쪽

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

01 [정답 맞추기] ㄴ. (가)에서 X는 a가 S극, b가 N극이 되도록 자기화된다. 클립은 X에 의한 자기장의 방향과 같은 방향으로 자기화되므로 p는 S극으로 자기화된다.

오답 피하기 ㄱ. X는 (가)에서 자기화된 후 외부 자기장을 제거해도 자기화된 상태가 유지되므로 강자성체이다.
 다. (가)에서 a는 S극, b는 N극으로 자기화되므로 솔레노이드 내부의 자기장의 방향은 a → b 방향이다.

02 [정답 맞추기] ㄱ. (나)에서 B가 저울을 누르는 힘의 크기는 W_0 보다 크므로 A와 B 사이에는 서로 밀어내는 자기력이 작용한다. (다)에서 C의 무게가 W_0 이므로 B와 C 사이에는 자기력이 작용하지 않는다. 따라서 (나), (다)에 의해 A는 강자성체, B는 반자성체, C는 상자성체이다.
 다. (다)에서 B 대신 A를 매달면 C는 A에 의한 자기장과 같은 방향으로 자기화되어 A와 C 사이에는 서로 당기는 자기력이 작용하므로 저울의 눈금은 W_0 보다 작다.

오답 피하기 ㄴ. (다)에서 B와 C는 자기화된 상태가 아니므로 B와 C 사이에는 자기력이 작용하지 않는다.

03 [정답 맞추기] ㄱ. (나)에서 스위치를 닫아 도선에 전류가 흐를 때 나침반 자침의 N극이 왼쪽으로 회전하였으므로 직선 도선에 흐르는 전류의 방향은 b → a 방향이다.

오답 피하기 ㄴ. 도선에 전류가 흐르기 전, 나침반 자침이 북쪽을 가리키고 있었다면 같은 세기의 전류가 b → a 방향으로 흐를 때와 a → b 방향으로 흐를 때 나침반 자침의 회전 정도가 같아야 한다. 그러나 왼쪽으로 더 많이 회전하므로 (가)에서 전류가 흐르지 않을 때 나침반 자침의 방향은 직선 도선과 나란하지 않음을 알 수 있다.

다. 도선에 전류가 흐르지 않을 때 나침반 자침의 N극은 북서쪽을 향한다. 따라서 (라)에서 전원 장치의 (+), (-) 단자에 연결된 집게를 서로 바꾸어 연결하면 직선 도선과 나침반 자침의 N극이 이루는 각은 (라)에서보다 크다.

시술형

04

모범 답안 (가)에서 전류가 흐르는 방향으로 네 손가락을 향하고 코일을 감아주면 엄지손가락이 향하는 방향의 솔레노이드 끝쪽이 N극이 된다. 따라서 A의 X는 N극이다. A가 b를 지날 때 코일에는 N극이 접근하는 것을 방해하려는 방향으로 유도 전류가 흐르므로 저항에 흐르는 전류의 방향은 ㉠이고, A가 c를 지날 때 코일에는 S극이 멀어지는 것을 방해하려는 방향으로 유도 전류가 흐르므로 저항에 흐르는 전류의 방향은 ㉡이다.

채점 기준	배점
전류의 방향을 옳게 고르고, 유도 전류의 방향을 렌츠 법칙으로 정확히 서술한 경우(엄지손가락, 네 손가락, N극, S극, 유도 전류, 렌츠 법칙 용어를 정확히 사용)	100 %
전류의 방향을 옳게 골랐으나, 렌츠 법칙에 대한 서술이 부족하거나 용어 사용이 약간 부정확한 경우	50 %
전류의 방향만 옳게 고른 경우	30 %

05 [정답 맞추기] ㄱ. $x = \frac{d}{2}$ 에서 A의 전류에 의한 자기장의 방향은 xy 평면에서 수직으로 나오는 방향이고, A, B의 전류에 의한 자기장이 0이므로, B에 흐르는 전류의 방향은 +y방향이다.

오답 피하기 ㄴ. 직선 도선에 흐르는 전류에 의한 자기장의 세기는 전류의 세기에 비례하고 직선 도선으로부터의 거리에 반비례한다. $x = \frac{d}{2}$ 에서 A와 B의 전류에 의한 자기장이 0이고, $x = \frac{d}{2}$ 까지 거리는 A가 B의 5배이므로 전류의 세기도 A가 B의 5배이다. 따라서 B에 흐르는 전류의 세기는 $\frac{I_0}{5}$ 이다.

다. $x = \frac{d}{2}$ 에서 B의 전류에 의한 자기장의 세기가 B_0 이므로 $B_0 = k \frac{2I_0}{5d}$ (k : 쿨롱 상수)이다. $x = -d$ 에서 A의 전류에 의한 자기장은 xy 평면에서 수직으로 나오는 방향으로 세기가 $\frac{5}{2}B_0$ 이고, B의 전류에 의한 자기장의 방향은 xy 평면에서 수직으로 나오는 방향으로 세기가 $\frac{1}{2}B_0$ 이다. 따라서 $x = -d$ 에서 A, B의 전류에 의한 자기장의 세기는 $3B_0$ 이다.

06 [정답 맞추기] ㄱ. P에서 B의 전류에 의한 자기장의 방향은 xy 평면에 수직으로 들어가는 방향이다. P에서 A, B의 전류에 의한 자기장이 0이므로 A에 흐르는 전류의 방향은 +x 방향이다.

ㄴ. 원형 도선에 흐르는 전류에 의한 원형 도선 중심에서의 자기장의 세기는 전류의 세기에 비례하고 원형 도선의 반지름에 반비례한다. B의 전류에 의한 자기장의 세기가 B_0 이고, C의 전류에 의한 자기장의 세기가 $\frac{3}{2}B_0$ 이므로 C에 흐르는 전류의 세기는 $\frac{3}{4}I_0$ 이다.

오답 피하기 ㄷ. B와 C에 흐르는 전류의 방향이 같으면 P에서 B와 C의 전류에 의한 자기장의 방향도 같다. 따라서 P에서 B와 C의 전류에 의한 자기장의 세기는 $\frac{5}{2}B_0$ 이다.

07 [정답 맞히기] ㄱ. $I_Q=0$ 일 때 O에서 P, Q의 전류에 의한 자기장의 세기가 B_0 이므로 O에서 P의 전류에 의한 자기장의 세기는 B_0 이다.

ㄴ. O에서 P의 전류에 의한 자기장의 세기가 B_0 이므로 $B_0=k\frac{I_0}{d}$ (k : 쿨롱 상수)이다. 따라서 $I_Q=2I_0$ 일 때 $x=\frac{d}{2}$ 에서 Q의 전류에 의한 자기장의 세기는 $k\frac{2I_0}{(\frac{3}{2}d)}=\frac{4}{3}B_0$ 이다.

ㄷ. $I_Q=4I_0$ 일 때 $x=d$ 에서 Q의 전류에 의한 자기장의 세기는 $4B_0$ 이고, P의 전류에 의한 자기장의 세기는 $\frac{1}{2}B_0$ 이다. P와 Q의 전류에 의한 자기장의 방향이 반대 방향이므로 $I_Q=4I_0$ 일 때 $x=d$ 에서 P, Q의 전류에 의한 자기장의 세기는 $\frac{7}{2}B_0$ 이다.

서술형

08

(1) **모범 답안** 스위치를 연결한 후 나침반 자침의 N극이 동쪽으로 회전하였으면 전류에 의한 자기장의 방향은 동쪽이다. 따라서 오른손의 네 손가락을 동쪽으로 향하고 코일을 감아쥐면 엄지손가락이 향하는 북쪽에서 남쪽이 전류의 방향이므로 단자 a는 (-)극이다.

채점 기준	배점
나침반 자침의 N극이 동쪽을 가리킨다는 관찰로 전류에 의해 형성된 자기장의 방향이 동쪽임을 정확히 밝히고, 오른나사 법칙으로 그 자기장에 대응하는 전류 방향을 도출하여 단자 a의 극이 (-)극임을 논리적으로 서술한 경우	100 %
나침반의 관찰에서 자기장의 방향을 옳게 읽어 단자 a의 극을 옳게 제시했으나, 자기장의 방향으로 전류의 방향을 연결하는 오른나사 법칙의 구체적 서술이 생략된 경우	50 %
나침반의 회전과 자기장의 방향 사이의 기본 관계를 제대로 적용하지 못해 단자 a의 극의 도출 과정이 불명확하거나 논리적으로 부족한 경우	30 %

(2) **모범 답안** 직선 도선에 흐르는 전류의 세기를 크게 하면 나침반 자침의 N극과 직선 도선이 이루는 각이 증가한다. 그 까닭은 전류에 의한 자기장의 세기가 전류의 세기에 비례하기 때문이다.

채점 기준	배점
전류의 세기가 커지면 전류가 만드는 자기장의 세기가 커져 자침이 더 크게 회전한다는 인과 관계를 물리 개념에 따라 정확하고 논리적으로 서술한 경우	100 %
전류의 세기가 커질수록 자기장의 세기도 커진다는 개념은 제시했지만, 자침의 회전 각도가 증가하는 구체적인 까닭이 부분적으로 생략되거나 간단히 언급만 한 경우	50 %
전류의 변화와 자침의 회전 사이의 관계나 전류와 자기장 세기의 비례 개념을 제대로 적용하지 못하여 서술의 논리성이 부족하거나 부정확한 경우	30 %

09 [정답 맞히기] ㄱ. 도선이 회전할 때 전자기 유도에 의해 도선에 전류가 흐르므로 도선의 운동 에너지의 일부는 전기 에너지로 전환된다.

ㄴ. t_0 일 때, 도선은 (가)와 같이 자기장의 방향에 수직이다. 따라서 도선의 내부를 통과하는 자기 선속이 최대이다.

오답 피하기 ㄷ. $\frac{7}{4}t_0$ 일 때는 자기장의 방향에 나란하게 놓였던 도선이 자기장의 방향에 수직으로 놓이게 되는 과정이므로 도선을 지나는 자기 선속이 증가하는 상태이다. 따라서 렌즈 법칙에 의해 저항 R에 흐르는 전류의 방향은 $b \rightarrow R \rightarrow a$ 이다.

10 [정답 맞히기] ㄴ. $t=0$ 일 때 도선 BC는 자기장의 방향과 나란하므로 자기력이 작용하지 않는다.

ㄷ. 도선의 회전 주기는 T 이고, $t=\frac{T}{2}$ 일 때 도선 AB는 $t=0$ 일 때 도선 CD의 위치와 같아진다. 정류자에 의해 도선 AB에 흐르는 전류의 방향은 $t=0$ 일 때 도선 CD에 흐르는 전류의 방향과 같으므로 $t=\frac{T}{2}$ 일 때 도선 AB에 작용하는 자기력의 방향은 $+y$ 방향이다.

오답 피하기 ㄱ. $t=0$ 일 때 도선 AB가 $-y$ 방향으로 자기력을 받으므로 코일에 흐르는 전류의 방향은 $A \rightarrow B \rightarrow C \rightarrow D$ 방향이다. 따라서 전류의 방향은 ㉠이다.

11 [정답 맞히기] ㄱ. 코일에 전류가 흐를 때 전류가 흐르는 코일이 자기력을 받는 까닭은 자석의 자기장과 코일에 흐르는 전류에 의한 자기장이 상호작용을 하기 때문이다.

ㄴ. 코일에 흐르는 전류의 세기가 클수록 코일에 작용하는 자기력의 크기도 크므로, (나)에서 코일에 흐르는 전류의 세기를



크게 하면 연직 방향에 대해 코일이 기울어진 각이 커진다.

ㄷ. 집게 도선의 위치를 바꾸면 코일에 흐르는 전류의 방향이 바뀌므로 코일에 작용하는 자기력의 방향이 바뀐다. 따라서 a, b의 위치를 바꾸면 코일의 기울어진 방향은 (나)에서와 반대 방향이 된다.

서술형

12

(1) **모범 답안** 금속 막대가 운동 방향으로 이동하면 ㄷ자형 도선과 금속 막대가 만드는 면적을 통과하는 자기 선속이 증가하므로 렌츠 법칙에 의해 저항에 흐르는 유도 전류의 방향은 a → 저항 → b이다.

채점 기준	배점
금속 막대의 운동으로 자기 선속이 증가한다는 판단을 바탕으로 렌츠 법칙을 정확히 적용하여 증가를 방해하는 방향의 유도 전류(a → 저항 → b)를 논리적으로 제시한 경우	100 %
자기 선속의 증가와 렌츠 법칙의 적용은 언급했으나, 유도 전류가 a → 저항 → b 방향이 되는 구체적 원리 서술이 부분적으로 생략된 경우	50 %
자기 선속 변화의 판단이나 렌츠 법칙의 적용이 부정확해 유도 전류의 방향(a → 저항 → b)을 도출하는 논리가 모호하거나 잘못 제시한 경우	30 %

(2) **모범 답안** 저항에 흐르는 유도 전류의 방향이 a → 저항 → b이므로 금속 막대에 작용하는 자기력의 방향은 -x방향이다.

채점 기준	배점
유도 전류의 방향(a → 저항 → b)을 근거로 금속 막대에 작용하는 자기력이 운동 방향과 반대임을 논리적으로 제시한 경우	100 %
유도 전류의 방향과 자기력의 반대 방향 관계는 제시했지만 서술이 충분하지 않은 경우	50 %
금속 막대에 작용하는 자기력의 방향만 옳게 찾은 경우	30 %

13 **정답 맞히기** ㄱ. p의 위치가 $x=4.5d$ 일 때 I에 의한 자기 선속이 감소하고, Ⅲ에 의한 자기 선속이 증가한다. p의 위치가 $x=8d$ 일 때 Ⅲ에 의한 자기 선속의 변화에 의해 p에 흐르는 유도 전류의 세기가 I_0 이고, 유도 전류의 방향은 -y방향이다. p의 위치가 $x=4.5d$ 일 때 Ⅲ에 의한 자기 선속의 변화에 의해 p에 흐르는 유도 전류의 세기는 I_0 이고, 유도 전류의 방향은 +y방향이다. $x=4.5d$ 일 때 I과 Ⅲ에 의한 자기

선속의 변화에 의한 유도 전류의 세기가 I_0 이 되려면 I에 의한 자기 선속의 변화에 의한 유도 전류의 세기는 $2I_0$ 이고, 유도 전류의 방향은 -y방향이여야 한다. 따라서 I에서 자기장의 세기는 $2B_0$ 이고, ㉠은 -y방향이다.

오답 피하기 ㄴ. I에서 자기장의 세기는 $2B_0$ 이므로 $x=d$ 일 때, p에 흐르는 유도 전류의 세기는 $2I_0$ 이다.

ㄷ. p의 위치가 $x=2.5d$ 일 때 Ⅱ에 의한 자기장의 변화에 따라 p에 흐르는 유도 전류의 세기가 $2I_0$ 이므로 Ⅱ에서 자기장의 세기는 $2B_0$ 이다. 따라서 자기장의 세기는 I과 Ⅱ에서가 같다.

14 **정답 맞히기** 표는 시간에 따라 각 영역에서 금속 고리에 흐르는 유도 전류의 세기와 방향을 나타낸 것이다. I과 Ⅱ에서 고리의 면적은 같으므로 유도 전류의 세기는 시간에 대한 자기장의 세기의 변화에 비례한다. 3초일 때 I에 의한 유도 전류는 0이고, p에 흐르는 유도 전류의 세기가 I_0 이므로 I_0 은 $\frac{B_0}{4}$ 에 비례하는 값이다.

시간	I에 의해 p에 흐르는 유도 전류		Ⅱ에 의해 p에 흐르는 유도 전류		p에 흐르는 유도 전류	
	세기	방향	세기	방향	세기	방향
0~2초	$4I_0$	-x	I_0	-x	$5I_0$	-x
2~4초	0	없음	I_0	-x	I_0	-x
4~5초	$8I_0$	+x	$4I_0$	+x	$12I_0$	+x

ㄴ. 1초일 때 p에 흐르는 유도 전류의 방향은 -x방향이다.

오답 피하기 ㄱ. 1초일 때 p에 흐르는 유도 전류의 세기는 $5I_0$ 이다.

ㄷ. p에 흐르는 유도 전류의 방향은 3초일 때 -x방향이고 4.5초일 때 +x방향이므로 서로 반대 방향이다.

15 **정답 맞히기** ㄴ. X가 N극이고, 자석이 b를 지나는 순간 LED 1이 연결된 코일의 오른쪽이 S극이 되도록 LED 1이 연결된 코일에 유도 전류가 흘러 LED 1에 순방향 전압이 걸리므로 ㉠은 n형 반도체이다.

오답 피하기 ㄱ. 자석이 b를 지나는 순간 LED 1에서만 빛이 방출되고 LED 2에는 역방향 전압이 걸리므로 LED 2가 연결된 코일의 왼쪽이 S극이 되도록 코일에 유도 기전력이 걸려야 한다. 따라서 자석이 b를 지나는 순간 자석의 S극이 LED 2가 연결된 코일에 접근하는 것이므로 X는 N극이다.

ㄷ. 자석이 c에서 내려와 다시 b를 지날 때, LED 2가 연결된 코일에서 자석의 S극이 멀어지는 것이므로 LED 2가 연결된 코일에는 왼쪽이 N극이 되도록 유도 전류가 흘러 LED 2에는 순방향 전압이 걸린다.

16 [정답 맞히기] ㄱ. (가)에서 교통 카드의 내부 코일을 지나가는 자기 선속이 증가하므로 렌츠 법칙에 의해 내부 코일에 흐르는 유도 전류의 방향은 ㉠이다.

ㄴ. (나)에서 A에 흐르는 전류의 세기가 주기적으로 변하므로 A의 전류에 의해 발생한 자기장이 주기적으로 변하여 B를 통과하는 자기 선속은 주기적으로 변한다.

ㄷ. (나)에서 B에 흐르는 유도 전류에 의해 휴대 전화의 배터리가 충전되므로 유도 전류에 의한 전기 에너지는 화학 에너지로 전환된다.

1등급 실력 완성

본문 98~99쪽

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

01 [정답 맞히기] ㄷ. 강자성체인 B가 낙하하면서 구리관을 통과하는 동안 B의 역학적 에너지의 일부는 전자기 유도에 의해 전기 에너지로 전환된다.

[오답 피하기] ㄱ. 구리관을 통과하는 데 걸린 시간이 A가 B보다 짧으므로 A는 반자성체, B는 강자성체이다.

ㄴ. B는 강자성체이고, a와 b에서 구리관에 흐르는 유도 전류에 의한 자기장은 B의 운동을 방해하려는 방향으로 B에 자기력을 작용한다. 따라서 a와 b에서 B가 받는 자기력의 방향은 연직 위 방향으로 동일하다.

02 [정답 맞히기] ㄱ. A는 자석 위에 떠 있으므로 반자성체, B는 자기 구역을 가지고 있으므로 강자성체, C는 외부 자기장과 반대 방향으로 자기화되므로 반자성체이다. 따라서 A와 C는 같은 종류의 자성체이다.

ㄴ. (가)에서 A의 위와 아래를 반대로 하여 자석 위에 가만히 놓아도 A는 자석에 의한 자기장과 반대 방향으로 자기화되므로 A는 자석 위에 뜬다.

[오답 피하기] ㄷ. B는 강자성체이므로 자기화된 B를 C에 가까이 하면 서로 밀어내는 자기력이 작용한다.

03 [정답 맞히기] ㄱ. O에서 B, C의 전류에 의한 자기장의 세기는 $3B_0$ 이고, 자기장의 방향은 xy 평면에서 수직으로 나오는 방향이다. 따라서 A에 흐르는 전류의 세기가 $15I_0$ 일 때 O에서 A, B, C의 전류에 의한 자기장이 0이므로 A에 흐르는 전류의 방향은 $+y$ 방향이다.

ㄴ. O에서 B와 C의 전류에 의한 자기장의 세기는 $3B_0$ 이고, O에서 C의 전류에 의한 자기장의 세기는 B의 전류에 의한 자기장의 세기의 4배이므로 O에서 C의 전류에 의한 자기장의 세기는 $4B_0$ 이다.

ㄷ. $I_A=15I_0$ 일 때 O에서 A의 전류에 의한 자기장의 세기는 $3B_0$ 이다. 따라서 $I_A=25I_0$ 일 때 O에서 A의 전류에 의한 자기장의 세기는 $5B_0$ 이다.

사술형

04

(1) [모범 답안] C와 D에서 P, Q의 전류에 의한 자기장의 방향이 반대이므로 C와 D 사이에 P, Q의 전류에 의한 자기장이 0인 지점이 있다. C의 자침의 N극이 가리키는 방향은 P, Q의 전류에 의한 자기장과 지구에 의한 자기장을 합성한 자기장의 방향과 같으므로 Q에 흐르는 전류의 방향은 종이면에 수직으로 들어가는 방향이고, P에 흐르는 전류의 방향은 종이면에서 수직으로 나오는 방향이다.

채점 기준	배점
P와 Q의 전류에 의한 자기장이 C와 D에서 반대 방향이므로 C와 D 사이에서 자기장이 0이 되는 지점이 있음을 정확히 이해하고, C에서 Q의 전류에 의한 자기장이 크다는 것을 근거로 자기장의 방향을 명확히 밝힌 뒤 오른나사 법칙을 적용해 Q에 흐르는 전류가 종이면에 수직으로 들어가는 방향임을 논리적으로 결론지은 경우	100 %
C와 D 사이에 자기장이 0이 되는 지점이 있음을 언급하고 C에서 Q의 전류에 의한 자기장의 방향과 일치한다는 사실로 Q에 흐르는 전류가 종이면에 수직으로 들어간다고 제시했으나, 자기장의 합성이나 오른나사 법칙 적용의 구체적 서술이 일부 생략된 경우	50 %
P와 Q의 전류에 의한 자기장의 변화나 자기장이 0인 지점의 존재에 대한 판단이 불명확하거나 잘못되어 C에서 자기장의 세기 비교에 대한 근거가 약하고, 따라서 Q에 흐르는 전류가 종이면에 수직으로 들어가는 방향이라는 결론 도출 과정이 논리적으로 부족한 경우	30 %