



 Physics HighTop

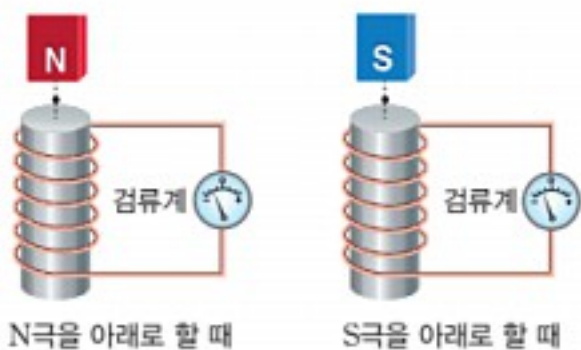
전자기 유도

**Logic will get you from A to B
Imagination will take you everywhere**

Albert Einstein (1879-1955)

개념 기본 문제

01 그림과 같이 검류계를 연결한 코일 위에서 동일한 자석의 N극 또는 S극을 아래로 하고 가까이 하거나 멀리 하면서 같은 지점을 지날 때의 검류계 바늘을 관찰하였다.

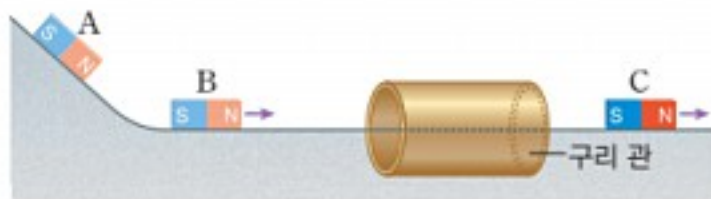


이에 대한 설명으로 옳은 것만을 보기에서 있는 대로 고르시오.

보기

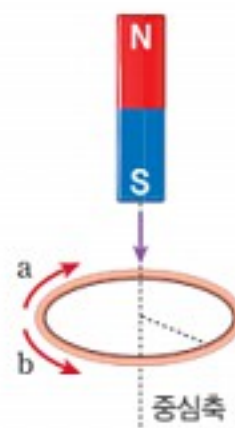
- ㄱ. N극을 가까이 할 때가 S극을 가까이 할 때보다 검류계 바늘이 더 많이 움직인다.
- ㄴ. N극을 가까이 할 때와 S극을 멀리 할 때 검류계 바늘은 서로 반대로 움직인다.
- ㄷ. 동일한 자석 두 개를 겹쳐서 같은 빠르기로 움직이면 검류계 바늘이 더 많이 움직인다.

02 그림은 빗면을 따라 내려온 자석이 구리 관의 중심축을 지나 는 레일을 따라 운동하며 구리 관을 통과하는 모습을 나타낸 것이다. (단, 지구 자기장, 모든 마찰과 공기 저항은 무시한다)



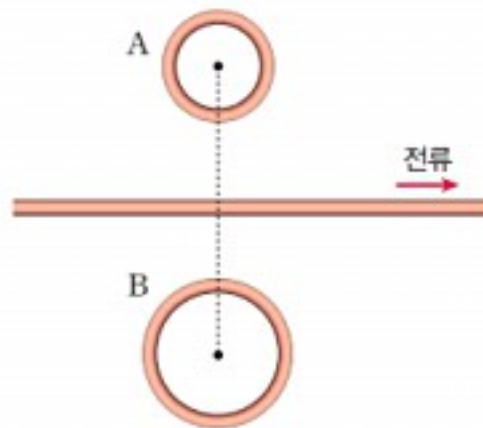
- (1) A, B, C 지점에서 자석의 역학적 에너지를 비교하시오.
- (2) 자석이 구리 관을 통과하기 직전과 구리 관을 통과한 직후, 자석에 작용하는 자기력의 방향이 같은지 다른지 쓰시오.
- (3) 구리 관을 통과하는 동안 자석에 작용하는 자기력의 방향을 쓰시오.

03 그림과 같이 막대자석이 원형 도선의 중심축을 따라 낙하 운동을 하고 있다. a, b는 원형 도선에 흐르는 유도 전류의 방향을 나타낸 것이다.



- (1) 자석이 원형 도선을 통과하기 직전 원형 도선에 흐르는 유도 전류의 방향을 쓰시오.
- (2) 자석이 원형 도선을 통과한 직후 원형 도선에 흐르는 유도 전류의 방향을 쓰시오.
- (3) 자석의 N극을 아래로 향하게 한 후 원형 도선의 중심축을 따라 낙하시킬 때, 자석이 원형 도선을 통과하기 직전과 직후 원형 도선에 흐르는 유도 전류의 방향을 순서대로 쓰시오.

04 그림은 일정한 전류가 흐르는 무한히 긴 직선 도선과 같은 평면 위에 원형 도선 A, B가 놓여 있는 모습을 나타낸 것이다. 직선 도선과 A, B의 중심까지의 수직 거리는 서로 같다.

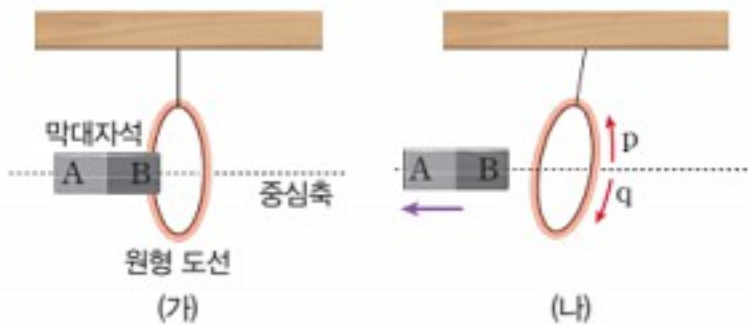


이에 대한 설명으로 옳은 것만을 보기에서 있는 대로 고르시오.

보기

- ㄱ. 원형 도선 내부를 지나는 자기 선속의 크기는 A가 B보다 크다.
- ㄴ. 원형 도선의 중심을 지나는 자기장의 방향은 A와 B가 서로 반대이다.
- ㄷ. 원형 도선에 흐르는 유도 전류의 세기는 A가 B보다 작다.

05 그림 (가)는 실에 매달린 원형 도선의 바로 옆에 막대자석이 있는 모습을, (나)는 (가)의 막대자석을 원형 도선의 중심축을 따라 화살표 방향으로 빠르게 이동시켰더니 원형 도선이 막대자석 쪽으로 끌려가 기울어진 모습을 나타낸 것이다. (나)에서 원형 도선에는 p 방향으로 유도 전류가 흐른다. A, B는 S극 또는 N극 중 하나이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 보기에서 있는 대로 고르시오

- 보기
- ㄱ. B는 S극이다.
 - ㄴ. (나)에서 막대자석과 원형 도선 사이에는 서로 끌어당기는 자기력이 작용한다.
 - ㄷ. 막대자석의 극을 반대로 하여 (나)를 반복하면 유도 전류는 q 방향으로 흐른다.

06 그림은 동일한 모양의 구리 관과 플라스틱 관의 입구에서 동일한 자석을 가만히 놓아 떨어트리는 실험을 나타낸 것이다. 이에 대한 설명으로 옳은 것만을 보기에서 있는 대로 고르시오



- 보기
- ㄱ. 자석이 낙하하는 동안 구리 관과 자석 사이에는 자기력이 작용한다.
 - ㄴ. 자석이 관을 완전히 통과하는 데 걸리는 시간은 구리 관에서가 플라스틱 관에서보다 길다.
 - ㄷ. 구리 관에서 자석이 천천히 떨어지는 원리는 자기 브레이크에 이용된다.

07 그림은 자가 발전 손전등의 모습으로, 손잡이 부분의 안쪽에는 코일과 자석이 있으며, 코일은 전구와 도선으로 연결되어 있다. 손전등을 쥐고 흔들면 자석이 코일 사이를 왕복 운동하며 전구에 불이 켜진다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 보기에서 있는 대로 고르시오

- 보기
- ㄱ. 자석이 운동하는 동안 자석의 역학적 에너지는 보존된다.
 - ㄴ. 자석이 운동하는 동안 코일을 지나는 자기 선속은 일정하다.
 - ㄷ. 자석이 코일을 향해 운동할 때는 자석과 코일 사이에 서로 밀어내는 자기력이 작용한다.

08 그림은 교통 카드의 작동 원리를 나타낸 것이다. 교통 카드에는 IC칩과 코일이 내장되어 있다.



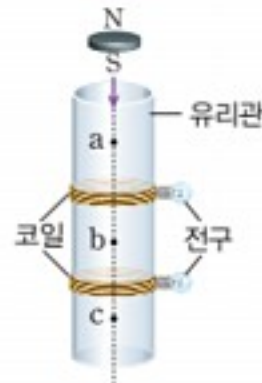
이에 대한 설명으로 옳은 것만을 보기에서 있는 대로 고르시오

- 보기
- ㄱ. 단말기 주변에는 일정한 자기장이 형성된다.
 - ㄴ. 교통 카드에는 IC칩의 작동을 위한 배터리가 들어 있다.
 - ㄷ. 교통 카드의 코일에 유도 전류가 흐르면 IC칩에 에너지가 공급되면서 정보를 단말기로 전송한다.
 - ㄹ. 교통 카드를 단말기에 갖다 댄 채로 가만히 둘 때 교통 카드의 코일을 지나는 자기 선속은 일정하다.

개념 적용 문제

➤ 자석의 운동과 전자기 유도

01 그림은 두 개의 코일이 감긴 유리관 속을 자석이 낙하하는 모습을 나타낸 것이다. 점 a, b, c는 유리관의 중심축상의 점이다. 자석이 낙하하는 동안 자석의 속력은 점점 커지며, 코일에 연결된 전구에는 불이 차례로 켜진다. 이에 대한 설명으로 옳은 것만을 보기에서 있는 대로 고른 것은? (단, 두 코일은 서로 영향을 미치지 않는다)



➤ 자석이 낙하하는 동안에 전자기 유도에 의해 코일에 유도 전류가 흐르고, 자석은 유도 전류에 의한 자기장의 영향을 받으며 낙하한다.

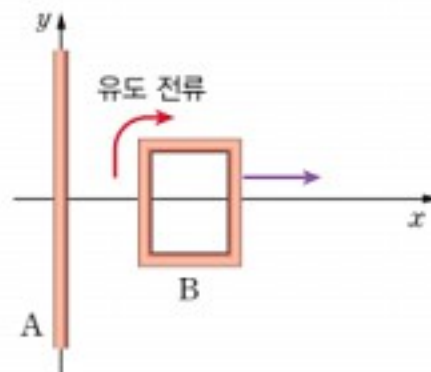
보기

- ㄱ. 자석의 역학적 에너지는 a에서가 c에서보다 크다.
- ㄴ. 자석에 작용하는 자기력의 방향은 a에서와 c에서가 서로 반대이다.
- ㄷ. 자석이 b를 지나는 순간 위쪽 코일과 아래쪽 코일에 흐르는 유도 전류의 방향은 서로 반대이다.

- ① ㄴ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

➤ 직선 전류에 의한 자기장과 전자기 유도

02 그림은 전류가 흐르는 무한히 긴 직선 도선 A가 y 축에 고정되어 있고, 직사각형 도선 B가 xy 평면에서 $+x$ 방향으로 등속도 운동하는 모습을 나타낸 것이다. B가 운동하는 동안 B에는 시계 방향으로 유도 전류가 흐른다. 이에 대한 설명으로 옳은 것만을 보기에서 있는 대로 고른 것은?



➤ y 축을 따라 흐르는 전류에 의한 자기장은 xy 평면에서 수직으로 나오거나, 수직으로 들어가는 방향이다.

보기

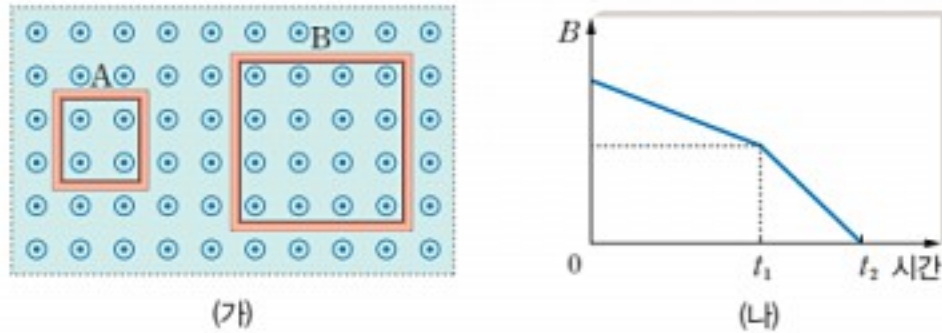
- ㄱ. A에는 $+y$ 방향으로 전류가 흐른다.
- ㄴ. B가 운동하는 동안 B를 지나는 자기 선속은 점점 작아진다.
- ㄷ. B가 운동하는 동안 B에 흐르는 유도 전류의 세기는 점점 커진다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

▶ 변하는 자기장에 의한 전자기유도

03 그림 (가)는 종이 면에서 수직으로 나오는 방향의 균일한 자기장이 형성된 영역에 고정된 사각형 도선 A, B를 나타낸 것이다. 그림 (나)는 (가)의 균일한 자기장 영역에서의 자기장의 세기 B 를 시간에 따라 나타낸 것이다.

▶ 유도 기전력의 크기는 자기 선속의 시간 변화율에 비례한다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 보기에서 있는 대로 고른 것은? (단, A와 B는 서로 영향을 미치지 않는다)

보기

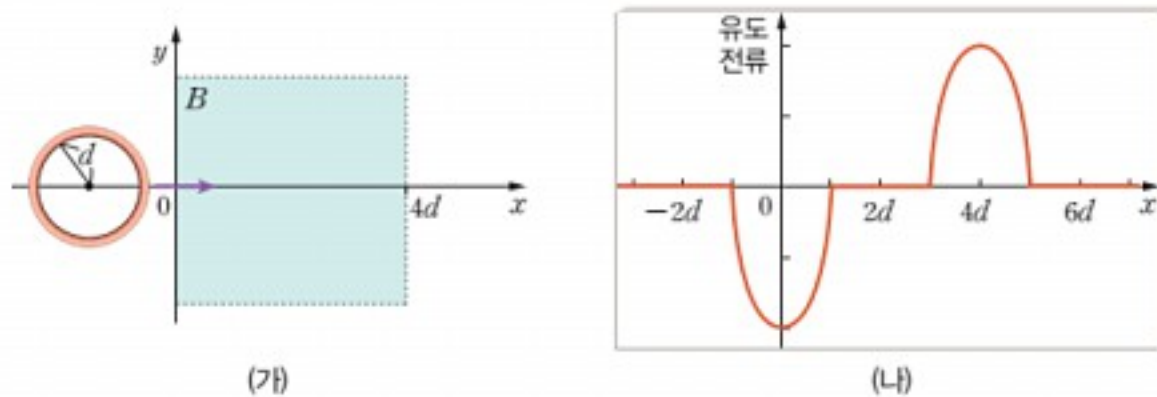
- ㄱ. $0 \sim t_1$ 동안 A를 지나는 자기 선속은 감소한다.
- ㄴ. B에 흐르는 유도 전류의 세기는 $0 \sim t_1$ 에서가 $t_1 \sim t_2$ 에서보다 크다.
- ㄷ. $0 \sim t_2$ 동안 도선에 흐르는 유도 전류의 세기는 B가 A보다 항상 크다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

▶ 자기장 영역을 지나는 도선에서의 전자기유도

04 그림 (가)는 $0 < x < 4d$ 인 영역에 균일한 자기장 B 가 형성된 모습을 나타낸 것이다. 자기장은 xy 평면에 수직이며, 반지름이 d 인 원형 도선이 x 축을 따라 $+x$ 방향으로 등속도 운동을 한다. 그림 (나)는 (가)에서 원형 도선의 중심의 위치에 따라 원형 도선에 흐르는 유도 전류를 나타낸 것이다. 유도 전류가 시계 방향으로 흐를 때를 양(+)으로 한다.

▶ 렌츠 법칙에 따라 도선에 유도 전류가 흐를 때는 도선의 이동을 방해하는 방향의 자기력이 작용한다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 보기에서 있는 대로 고른 것은?

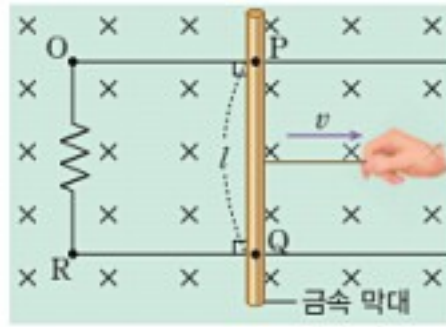
보기

- ㄱ. 자기장은 xy 평면에 수직으로 들어가는 방향이다.
- ㄴ. 원형 도선의 중심이 $x=2d$ 를 지날 때 원형 도선을 지나는 자기 선속은 0이다.
- ㄷ. 원형 도선의 중심이 원점을 지날 때 원형 도선에는 $-x$ 방향의 자기력이 작용한다.

- ① ㄴ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

➤ 자기장 안에서 ㄷ 자형 도선 위에 놓인 금속 막대의 운동

05 그림은 종이 면에 수직으로 들어가는 방향의 균일한 자기장이 형성된 공간에 ㄷ 자형 도선을 고정하고, ㄷ 자형 도선 위에 올려놓은 금속 막대를 일정한 속력 v 로 오른쪽으로 당기는 모습을 나타낸 것이다. 점 P, Q는 금속 막대 위의 점으로, 금속 막대와 함께 움직인다. 이에 대한 설명으로 옳은 것만을 보기에서 있는 대로 고른 것은?



➤ 폐회로 안을 지나는 자기 선속의 변화는 폐회로에 유도 전류가 흐르게 한다.

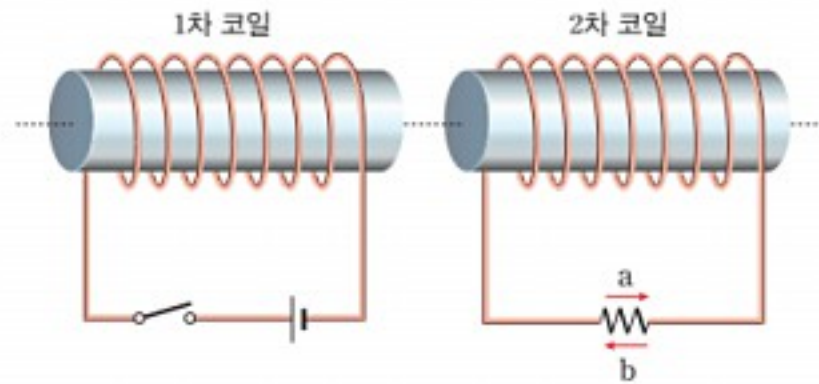
보기

- ㄱ. 폐회로 OPQR를 지나는 자기 선속이 증가한다.
- ㄴ. 금속 막대에는 Q에서 P로 유도 전류가 흐른다.
- ㄷ. v 가 클수록 금속 막대에 흐르는 전류의 세기가 크다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

➤ 두 개의 코일에서 일어나는 전자기유도

06 그림은 1차 코일과 2차 코일을 서로의 중심축이 일치하도록 고정하고, 1차 코일에 전지와 스위치를 연결한 모습을 나타낸 것이다.



➤ 솔레노이드(코일)에 흐르는 전류에 의해 솔레노이드의 내부에 형성되는 자기장의 세기는 $B \propto nI$ 이고, 방향은 오른손의 네 손가락을 전류의 방향으로 감아질 때 엄지손가락이 가리키는 방향이다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 보기에서 있는 대로 고른 것은?

보기

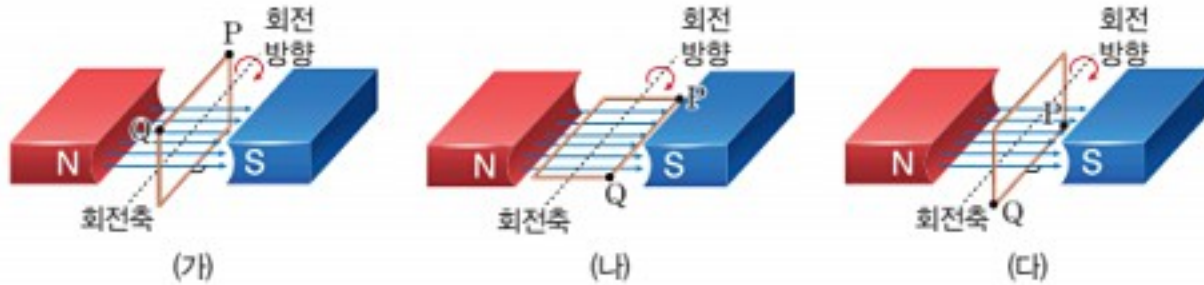
- ㄱ. 스위치를 닫은 직후 2차 코일의 저항에는 a 방향으로 전류가 짧은 시간 동안 흐른다.
- ㄴ. 스위치를 닫은 상태에서 2차 코일을 지나는 자기 선속의 크기는 2차 코일에 연결된 저항의 저항값에 반비례한다.
- ㄷ. 스위치를 닫고 있다가 열었을 때 2차 코일 내부에 유도되는 자기장의 방향은 왼쪽이다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ ④ ㄱ, ㄴ ⑤ ㄴ, ㄷ

➤ 회전하는 도선에서의 전자기유도

07 그림 (가)는 직사각형 도선이 균일한 자기장 안에서 자기장의 방향에 수직인 회전축을 중심으로 시계 방향으로 회전하는 모습을 나타낸 것이다. (가)에서 자기장은 직사각형 도선이 이루는 면에 수직인 방향이다. 그림 (나), (다)는 (가)에서부터 직사각형 도선이 일정한 속력으로 90°씩 회전한 모습을 나타낸 것이다. 점 P, Q는 직사각형 도선 위에 고정된 점이다.

➤ 도선이 회전함에 따라 도선을 통과하는 자기력선의 수가 변하며, 이는 자기 선속의 변화로 나타난다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 보기에서 있는 대로 고른 것은?

보기

- ㄱ. 직사각형 도선을 지나는 자기 선속은 (가)에서 (나)에서보다 크다.
- ㄴ. (가)에서 (나)로 도선이 회전하는 동안 선분 PQ에 흐르는 전류의 방향은 Q → P이다.
- ㄷ. 도선이 (가)에서 (다)로 회전하는 동안 선분 PQ에 흐르는 전류의 방향은 한 번 바뀐다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

➤ 전자기유도를 이용한 무선 충전 원리

08 그림 (가), (나)는 무선 충전을 위한 스마트폰과 충전 패드에 각각 들어 있는 코일의 모습을 각각 나타낸 것이다. (나)의 충전 패드는 전원 장치에 연결되어 있다.

➤ 1차 코일이 만드는 변하는 자기장에 의해 2차 코일을 지나는 자기 선속이 변하면서 유도 전류가 흐른다.



스마트폰을 충전 패드 위에 올려 두어 무선 충전이 진행될 때의 상황에 대한 설명으로 옳은 것만을 보기에서 있는 대로 고른 것은?

보기

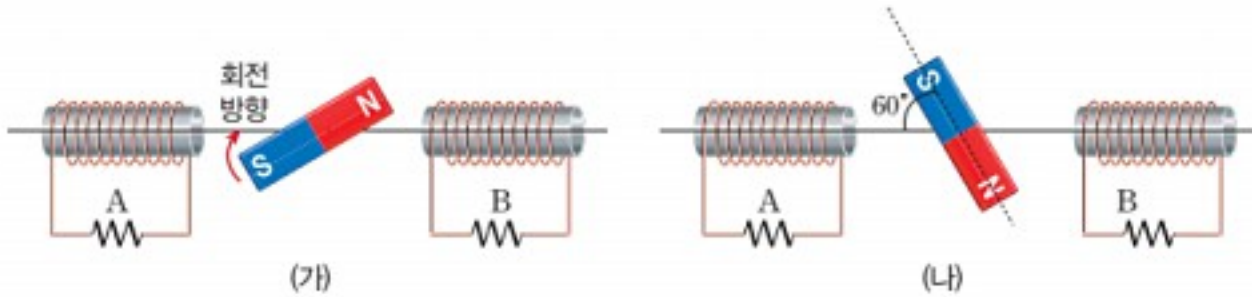
- ㄱ. (나)의 코일에 전류가 흐르면 (가)의 코일에 유도 전류가 흐른다.
- ㄴ. (나)의 코일에는 교류 전류가 흐른다.
- ㄷ. (가)의 코일과 (나)의 코일의 중심축이 서로 수직일 때 충전 효율이 가장 높다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

▶ 전자기유도를 활용한 발전기의 원리

09 그림 (가)와 같이 동일한 두 솔레노이드를 중심축이 같게 하여 나란히 고정시키고, 솔레노이드 사이에 막대자석을 넣어 시계 방향으로 회전시켰다. 각 솔레노이드에는 저항 A, B가 연결되어 있다. 그림 (나)는 (가)에서 막대자석이 일정한 속력으로 회전하여 중심축에서 60°만큼 회전한 모습을 나타낸 것이다.

▶ 코일 사이에서 자석을 회전시키면 코일을 지나는 자기 선속이 변하면서 전자기 유도가 일어난다.



(가)에서 (나)로 자석이 회전하는 동안에 대한 설명으로 옳은 것만을 보기에서 있는 대로 고른 것은?

보기

- ㄱ. A에 흐르는 전류의 방향은 일정하다.
- ㄴ. 왼쪽의 솔레노이드를 지나는 자기 선속의 세기는 일정하다.
- ㄷ. A, B에 흐르는 전류의 방향은 항상 서로 같다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

▶ 전자기유도를 이용한 마이크의 원리

10 그림은 다이내믹 마이크의 구조를 나타낸 것으로, 고정된 영구 자석이 만드는 자기장 안에 진동판에 붙어 있는 코일이 놓여 있다. 소리 신호가 마이크에 입력되면 코일은 중심축을 따라 진동한다. 이에 대한 설명으로 옳은 것만을 보기에서 있는 대로 고른 것은?



▶ 마이크는 소리에 의한 진동판의 진동을 전기 신호로 바꾸는 장치이다.

보기

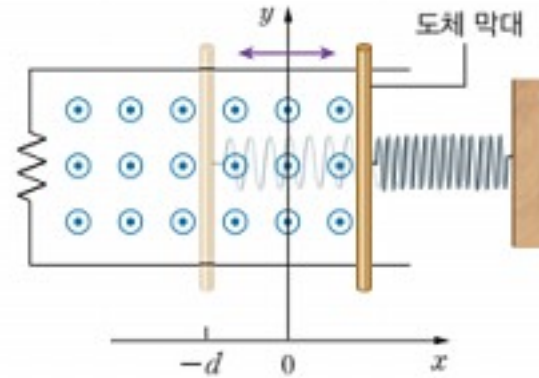
- ㄱ. 전자기 유도에 의해 소리 에너지가 전기 에너지로 전환된다.
- ㄴ. 마이크에서 출력되는 전기 신호는 세기가 일정한 직류 전류이다.
- ㄷ. 코일이 진동하는 공간에는 균일한 자기장이 형성되어 있다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

11도전 문제

➤ 자기장 안에서 \square 자형 도선 위에 놓인 금속 막대의 운동

11 그림과 같이 xy 평면에서 수직으로 나오는 균일한 자기장 영역에 \square 자형 도선을 고정시키고 그 위에서 도체 막대를 y 축과 평행하게 움직이도록 한다. 도체 막대를 용수철에 연결하여 $x = -d$ 까지 당긴 후 시간 $t = 0$ 일 때 가만히 놓았더니 도체 막대가 왕복 운동을 하였다. $x = 0$ 은 용수철이 원래 길이일 때 도체 막대의 위치이며, $t = t_1$ 일 때 도체 막대가 처음으로 $x = 0$ 을 지나고, $t = t_2$ 일 때 두 번째로 $x = 0$ 을 지난다.



➤ 렌츠 법칙은 전자기 유도 현상에서도 에너지 보존 법칙이 성립함을 보여 준다.

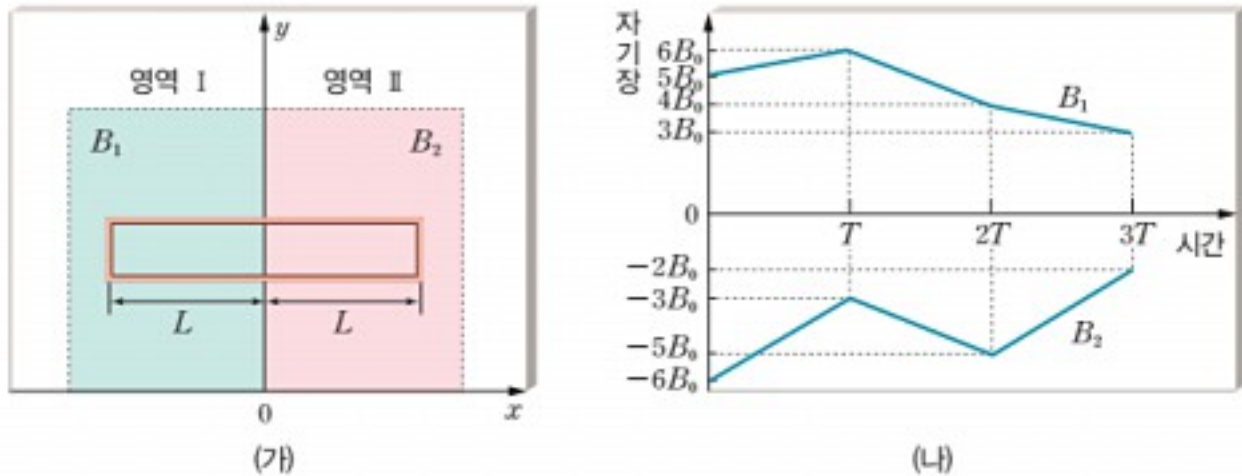
이에 대한 설명으로 옳은 것만을 보기에서 있는 대로 고른 것은? (단, 도체 막대의 질량, 용수철의 질량, 모든 마찰은 무시한다.)

- 보기
- ㄱ. 저항에 흐르는 전류의 방향은 항상 일정하다.
 - ㄴ. 저항에 흐르는 전류의 세기는 t_1 일 때가 t_2 일 때보다 크다.
 - ㄷ. 도체 막대가 왕복 운동을 할 때마다 용수철이 최대로 압축되는 길이는 점점 짧아진다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

➤ 변하는 자기장에 의한 전자기유도

12 그림 (가)는 xy 평면에 한 변의 길이가 $2L$ 인 직사각형 도선이 고정된 모습을 나타낸 것이다. 균일한 자기장 영역 I, II에는 xy 평면에 수직인 균일한 자기장이 형성되어 있다. 그림 (나)는 I, II의 자기장 B_1, B_2 를 시간에 따라 나타낸 것이다.



➤ 패러데이의 전자기 유도 법칙에 따라 유도 기전력은 다음과 같이 나타난다.

$$V = -N \frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$$

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 보기에서 있는 대로 고른 것은?

- 보기
- ㄱ. 도선에 흐르는 유도 전류의 세기는 $0.5T$ 일 때가 $2.5T$ 일 때의 2배이다.
 - ㄴ. 0에서 $3T$ 사이에서 도선에 흐르는 유도 전류의 방향이 두 번 바뀐다.
 - ㄷ. $1.5T$ 일 때는 도선에 유도 전류가 흐르지 않는다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

01 물질의 자성

1 자성과 자성체

▶ 72쪽

1. 자기력과 자기장 자성을 띤 물체 사이에 작용하는 힘을 (㉠)이라고 하고, 자석 주위에 자기력이 작용하는 공간을 (㉡)이라고 한다.

2. 원자 자석과 물질의 자성

- (1) 원자 자석: 원자 하나하나가 자석의 성질을 가지는 것을 말한다.
- (2) 물질의 자성: 전자의 궤도 운동과 전자의 (㉢)에 의한 효과가 서로 합쳐져서 나타난다.
- (3) (㉣): 원자 자석들이 일정한 방향으로 정렬하여 물체가 자성을 띠게 되는 현상을 말한다.

3. 자성체의 종류와 특성

- (1) (㉤): 외부 자기장과 같은 방향으로 강하게 자기화되는 물질이다. 외부 자기장을 제거해도 자기화된 상태가 오래 유지된다. 예 철, 니켈, 코발트 등
- (2) (㉥): 외부 자기장과 같은 방향으로 약하게 자기화되는 물질이다. 외부 자기장을 제거하면 자기화된 상태가 바로 사라진다. 예 알루미늄, 마그네슘, 산소 등
- (3) (㉦): 외부 자기장과 반대 방향으로 약하게 자기화되는 물질이다. 외부 자기장을 제거하면 자기화된 상태가 바로 사라진다. 예 구리, 물, 수소 등

2 자성체의 활용

▶ 76쪽

- 1. 자기장을 강화하는 용도 강자성체는 외부 자기장과 같은 방향으로 강하게 자기화되므로 (㉧)의 철심에 사용된다.
- 2. 자기화를 유지하는 특성을 활용하는 예 정보 저장 장치(하드 디스크, 자기 저항 메모리 등), 영구 자석과 나침반, 액체 자석(자성유체), 자성 잉크, 도난 방지용 감응 테이프, 캡슐형 내시경 등

02 전류의 자기 작용

1 전류에 의한 자기장

▶ 92쪽

1. 전류에 의한 자기장의 방향

무한히 긴 직선 도선 주위	원형 도선의 중심	솔레노이드 내부
오른손의 엄지손가락을 전류의 방향으로 향하게 할 때, 나머지 네 손가락이 감아주는 방향	엄지손가락을 제외한 오른손의 네 손가락을 도선에 흐르는 전류 방향으로 감아질 때, 엄지손가락이 가리키는 방향	

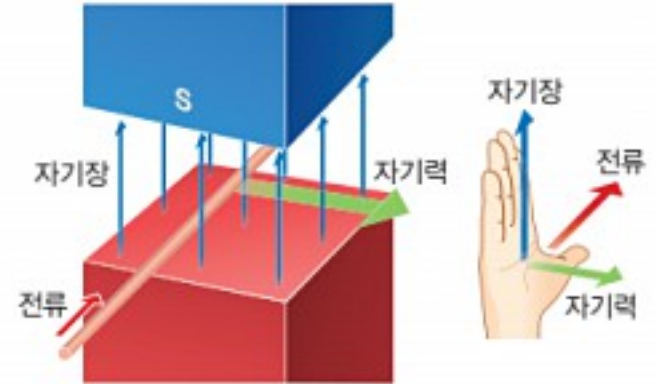
2. 전류에 의한 자기장의 세기 도선에 흐르는 (㉨)에 비례한다.

2 전류의 자기 작용

▶ 96쪽

1. 자기장 안에서 전류가 흐르는 도선에 작용하는 자기력

- (1) 자기력의 방향: 전류의 방향과 자기장의 방향에 모두 (㉠)인 방향
- (2) 자기력의 크기: 자기장의 세기와 도선에 흐르는 전류의 세기에 비례한다.



2. 전류의 자기 작용의 이용 전류의 자기 작용을 이용하여 에너지를 전환한다.

예 전동기, 스피커, 자기공명영상(MRI) 장치, 자기 부상 열차, 토카막 등

3 전자기 유도

1 전자기유도

▶ 112쪽

1. 전자기 유도 코일과 자석 사이에 상대적인 운동이 있을 때 코일에 전류가 흐르는 현상으로, 코일을 통과하는 (㉠)이 변할 때 나타난다.

- (1) 유도 기전력: 전자기 유도에 의해 코일에 발생하는 전압
- (2) (㉡): 유도 기전력에 의해 코일에 흐르는 전류
- (3) 자기 선속: 어떤 단면을 수직으로 지나는 자기장의 양

2. 패러데이 법칙 코일에 유도되는 기전력(V)의 크기는 코일의 감은 수(N)와 자기 선속의 시간 변화율($\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$)에 비례한다. $\rightarrow V = -N \frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$

3. 렌츠 법칙 유도 전류는 자기 선속의 변화를 (㉢) 방향으로 흐른다. 렌츠 법칙은 전자기 유도 현상에서도 (㉣) 법칙이 성립함을 보여 준다.

2 전자기 유도의 이용

▶ 117쪽

1. 발전기 (㉤) 에너지를 전기 에너지로 전환하는 장치이다. 자석 사이에서 코일을 회전시켜 코일을 지나는 자기 선속이 변하게 하여 유도 전류를 발생시킨다.

2. 자기 브레이크 (㉥) 법칙을 이용한 예로, 움직이는 물체와 고정된 물체에 자석과 금속을 설치하여 유도 전류가 발생하면 운동을 방해하는 자기력이 작용하는 원리를 이용한다.

3. 무선 충전 무선 충전기의 충전 패드(1차 코일)에 흐르는 교류 전류가 만드는 자기장의 변화가 스마트폰(2차 코일)에 유도 전류를 발생시켜 배터리를 충전한다.

4. 전자기 유도를 이용한 가열 코일에 강한 (㉦) 전류를 흘려주면 이로 인한 자기장의 변화가 금속에 유도 전류를 발생시켜 금속의 전기 저항에 의해 금속이 가열된다.

5. 무선 통신 전자기 유도를 이용하여 정보를 주고받는 통신 기술이다.

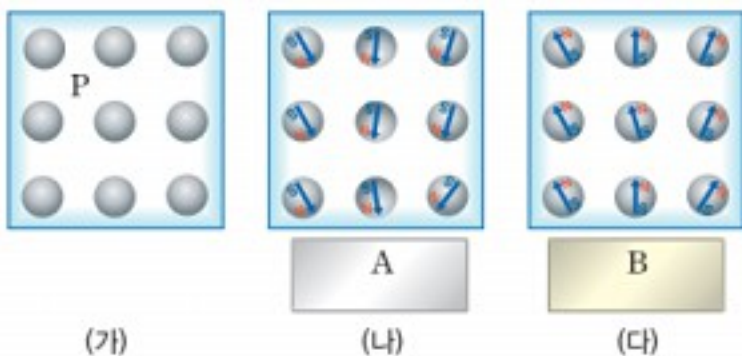
- (1) 근거리 무선 통신(NFC): 가까운 거리에서 데이터를 교환하는 기술 예 모바일 간편 결제
- (2) 전파 식별(RFID): 비교적 먼 거리에서 사물의 정보를 식별하는 기술 예 하이패스

6. 전자기 유도를 이용한 센서 자기장의 변화를 감지하여 유도 기전력이나 유도 전류 신호를 만들어 내는 기술이다. 예 금속 탐지기, 전기 기타의 픽업, 다이내믹 마이크

통합 실전 문제

물질의 자성

01 그림 (가)는 자기화되지 않은 자성체 P를, (나), (다)는 서로 다른 자석의 극 A, B를 각각 가까이 하여 자기화된 P를 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 보기에서 있는 대로 고른 것은?

보기

- ㄱ. A는 S극이다.
- ㄴ. (나)에서 P와 자석 사이에는 서로 밀어내는 자기력이 작용한다.
- ㄷ. (다)에서 자석을 제거하면 P는 자기화된 상태가 사라진다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

자성체의 활용

02 그림은 자기 테이프가 있는 신용 카드의 모습을 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 보기에서 있는 대로 고른 것은?

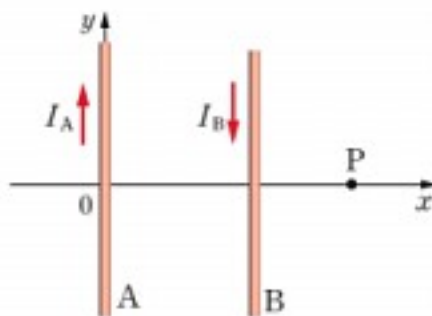
보기

- ㄱ. 자기화 상태를 유지하는 강자성체의 성질을 이용한다.
- ㄴ. 자기 테이프에는 디지털 정보가 저장된다.
- ㄷ. 자기 테이프에 영구 자석을 가까이 해도 정보가 유지되는 장점이 있다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

직선 전류에 의한 자기장

03 그림은 xy 평면에서 y 축과 나란하게 고정된 무한히 긴 직선 도선 A, B에 서로 반대 방향으로 전류가 흐르는 모습을 나타낸 것이다. A, B에는 각각 세기가 I_A, I_B 로 일정한 전류가 흐르며, x 축상의 점 P는 A, B에 의한 자기장이 0인 점이다.



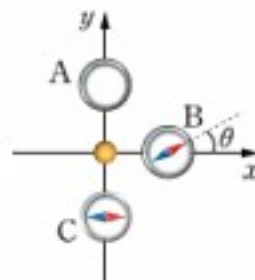
$I_A = \frac{3}{2}I_B$ 일 때 B와 P 사이의 수직 거리가 $2d$ 였다면,

$I_A = 2I_B$ 일 때 B와 P 사이의 수직 거리는?

- ① $\frac{1}{2}d$ ② d ③ $\frac{3}{2}d$
 ④ $2d$ ⑤ $\frac{5}{2}d$

직선 전류에 의한 자기장

04 그림은 xy 평면의 원점에 고정된 직선 도선에 xy 평면과 수직인 방향으로 전류가 흐를 때 xy 평면에 놓인 나침반 A, B, C의 모습을 나타낸 것이다. A, B, C는 원점으로 부터 같은 거리만큼 떨어져 있다. B의 자침이 x 축과 이루는 각도는 θ 이며, $\theta < 45^\circ$ 이다. C의 N극은 $+x$ 방향을 가리킨다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 보기에서 있는 대로 고른 것은?

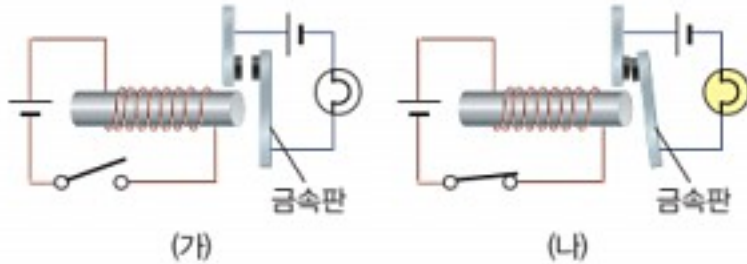
보기

- ㄱ. $+x$ 방향이 북쪽이다.
- ㄴ. A의 N극은 $-x$ 방향을 가리킨다.
- ㄷ. B를 $+x$ 방향으로 이동시키면 θ 는 작아진다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

물질의 자성 + 전류에 의한 자기장

05 그림 (가), (나)는 기계식 릴레이의 구조이다. (가)는 전자석 회로의 스위치가 열려 있을 때 전구에 불이 꺼진 모습을, (나)는 스위치를 닫았을 때 전구에 불이 켜진 모습을 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 보기에서 있는 대로 고른 것은?

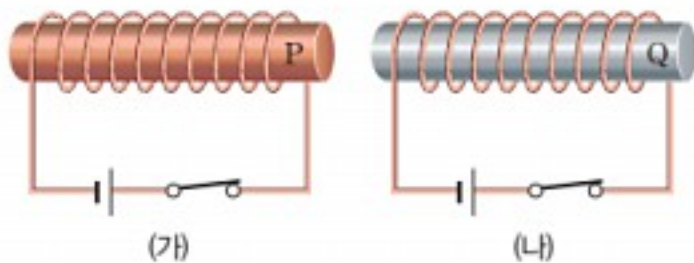
보기

- ㄱ. 구리는 금속판의 재료로 적절하다.
- ㄴ. (나)에서 전자석의 오른쪽은 S극이 된다.
- ㄷ. 전원의 극을 바꾸면 (나)에서 전구에 불이 켜지지 않는다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

물질의 자성 + 전류에 의한 자기장

06 그림 (가), (나)는 동일한 솔레노이드에 크기와 모양이 같은 자성체 P, Q를 각각 넣은 모습을 나타낸 것이다. (가), (나)에서 솔레노이드에는 서로 같은 세기의 전류가 흐른다. P는 반자성체이고, Q는 상자성체이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 보기에서 있는 대로 고른 것은?

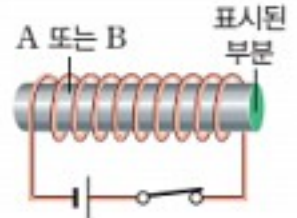
보기

- ㄱ. (가), (나)에서 자성체는 서로 반대 방향으로 자기화된다.
- ㄴ. P, Q를 솔레노이드에서 꺼내어 가까이 하면 서로 밀어내는 자기력이 작용한다.
- ㄷ. 솔레노이드 내부 중심축에서 자기장의 세기는 (가)에서가 (나)에서보다 작다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

물질의 자성 + 전류에 의한 자기장

07 그림은 전류가 흐르는 솔레노이드 안에 자성의 종류가 다른 자성체 A 또는 B를 넣은 모습을 나타낸 것이다. A 또는 B를 솔레노이드에서 꺼낸 후 표시된 부분을 자석의 N극에 가까이 가져갔더니 A와 자석 사이에 서로 밀어내는 자기력이 작용하였다. A, B는 강자성체 또는 상자성체 중 하나이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 보기에서 있는 대로 고른 것은?

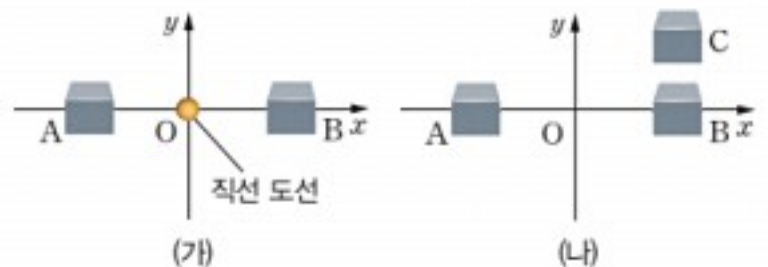
보기

- ㄱ. B는 강자성체이다.
- ㄴ. A는 솔레노이드에 흐르는 전류에 의한 자기장과 같은 방향으로 자기화된다.
- ㄷ. 전원의 극을 바꾸어 실험하면 A는 자석의 N극으로부터 당기는 자기력을 받는다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ ④ ㄱ, ㄴ ⑤ ㄴ, ㄷ

물질의 자성 + 전류에 의한 자기장

08 그림 (가)는 xy 평면에 수직으로 고정된 전류가 흐르는 무한히 긴 직선 도선과 x 축상에 고정된 두 개의 자성체 A, B를 나타낸 것이다. A, B는 직선 도선으로부터 같은 거리에 있다. 그림 (나)는 (가)에서 직선 도선을 제거하고 자기화되지 않은 자성체 C를 B에 가까이 가져간 모습을 나타낸 것으로, C에는 $+y$ 방향의 자기력이 작용한다. A, B, C는 강자성체, 반자성체, 상자성체를 순서 없이 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 보기에서 있는 대로 고른 것은?

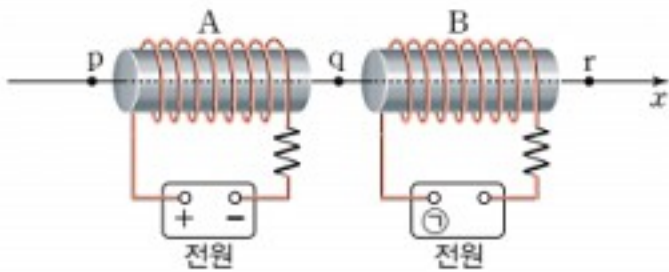
보기

- ㄱ. A는 상자성체이다.
- ㄴ. (가)에서 A와 B는 같은 방향으로 자기화된다.
- ㄷ. (나)에서 C를 A에 가까이 가져가면 C와 A 사이에는 자기력이 작용하지 않는다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

전류에 의한 자기장+물질의 자성

- 09** 그림과 같이 동일한 솔레노이드 A, B에 전압이 동일한 전원을 각각 연결하고, x 축이 중심축이 되도록 고정하였다. x 축상의 점 p, q, r는 A, B로부터 떨어진 거리가 같다. 나침반을 p, q에 각각 놓을 때 나침반의 N극이 가리키는 방향은 서로 같다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 보기에서 있는 대로 고른 것은? (단, 지구 자기장은 무시한다.)

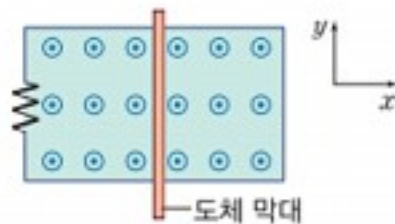
보기

- ㄱ. q는 (+)극이다.
- ㄴ. 자기장의 세기는 p에서가 q에서보다 크다.
- ㄷ. 상자성체를 p에, 반자성체를 r에 놓으면 두 자성체의 자기화 방향은 서로 같다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

전자기 유도

- 10** 그림은 xy 평면에서 수직으로 나오는 방향의 균일한 자기장 영역에 고정된 직사각형 도선 위에 도체 막대를 올려 놓은 모습을 나타낸 것이다. 직사각형 도선의 각 변은 x 축, y 축과 나란하며, 도체 막대는 y 축과 나란한 방향으로 유지하며 x 축과 나란한 방향으로 움직인다. 이에 대한 설명으로 옳은 것만을 보기에서 있는 대로 고른 것은?



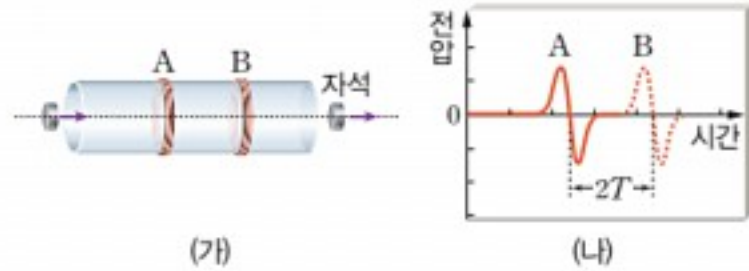
보기

- ㄱ. 도체 막대가 $+x$ 방향으로 운동할 때 도체 막대에는 $+y$ 방향의 유도 전류가 흐른다.
- ㄴ. 도체 막대가 $+x$ 방향으로 운동할 때와 $-x$ 방향으로 운동할 때 유도 전류의 방향은 반대이다.
- ㄷ. 도체 막대의 속력이 클수록 저항에 흐르는 유도 전류의 세기가 크다.

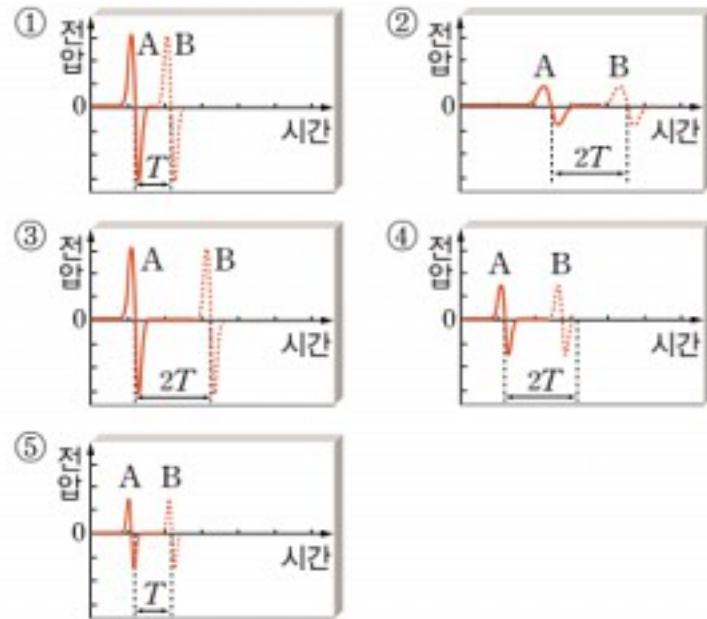
- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

전자기 유도

- 11** 그림 (가)는 동일한 코일 A, B를 감은 플라스틱 관의 중심축을 따라 자석이 속력 v 로 등속도 운동하는 모습을, (나)는 A, B에 유도된 전압을 시간에 따라 나타낸 것이다.

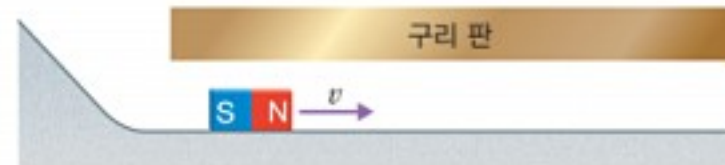


자석이 속력 $2v$ 로 등속도 운동할 때, A, B에 유도되는 전압을 나타낸 것으로 가장 적절한 것은?



렌츠 법칙

- 12** 그림과 같이 경사면을 따라 내려온 자석이 마찰이 없는 수평면을 따라 운동하고 있다. 자석의 위에는 자석의 이동 경로를 따라 구리 판이 수평으로 고정되어 있다.



수평면을 따라 운동하는 동안 자석의 운동에 대한 설명으로 옳은 것만을 보기에서 있는 대로 고른 것은? (단, 공기 저항은 무시한다.)

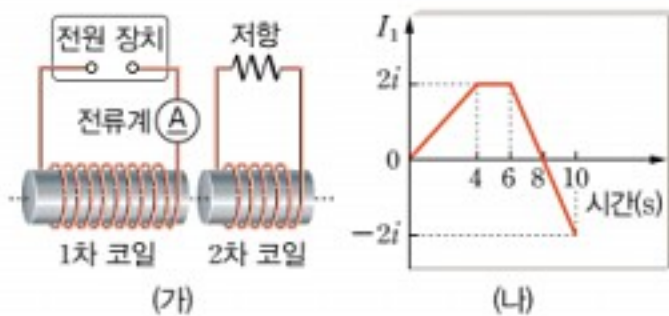
보기

- ㄱ. 구리 판에서 열이 발생한다.
- ㄴ. 자석의 역학적 에너지는 감소한다.
- ㄷ. 자석에 작용하는 자기력의 크기는 일정하다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

1차-2차 코일에 의한 전자기 유도

- 13** 그림 (가)는 1차 코일을 전원 장치에 연결하고, 저항을 연결한 2차 코일을 중심축이 일치하도록 고정한 모습을 나타낸 것이다. 그림 (나)는 (가)에서 1차 코일에 흐르는 전류 I_1 을 시간에 따라 나타낸 것이다. 5초일 때 1차 코일에 의한 자기장 방향은 오른쪽이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 보기에서 있는 대로 고른 것은?

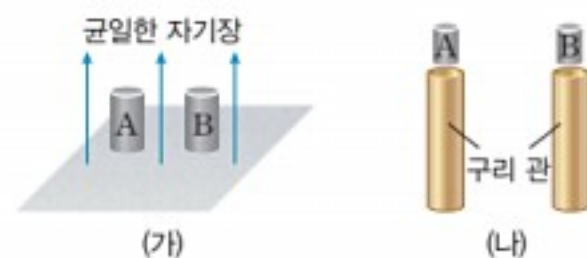
보기

- ㄱ. 2초일 때와 8초일 때 저항에 흐르는 전류의 방향은 서로 반대이다.
- ㄴ. 5초일 때 저항에 흐르는 전류의 세기가 최대이다.
- ㄷ. 2초일 때 저항에 흐르는 전류의 방향은 오른쪽이다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ ④ ㄱ, ㄴ ⑤ ㄴ, ㄷ

물질의 자성 + 전자기 유도

- 14** 그림 (가)와 같이 균일한 자기장 안에서 자성의 종류가 다른 자성체 A, B를 자기화시킨 후, (나)와 같이 동일한 구리 관 입구에 가만히 놓았더니 A가 B보다 관을 통과하는 데 시간이 오래 걸렸다. A, B는 각각 강자성체 또는 상자성체 중 하나이다.



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

보기

- ㄱ. A는 강자성체이다.
- ㄴ. (가)에서 A와 B는 같은 방향으로 자기화된다.
- ㄷ. 반자성체로 같은 실험을 반복하면 (나)에서 관을 통과하는 데 걸리는 시간이 A보다 더 길다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ ④ ㄱ, ㄴ ⑤ ㄴ, ㄷ

물질의 자성 + 전자기 유도

- 15** 그림처럼 강자성체에 코일을 감아 연직 방향으로 세운 후, 전원과 스위치를 연결하고 강자성체 위에 알루미늄 고리를 강자성체 위에 올려놓았다. 스위치를 닫는 순간 알루미늄 고리가 연직 위 방향으로 튀어 올랐다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 보기에서 있는 대로 고른 것은?

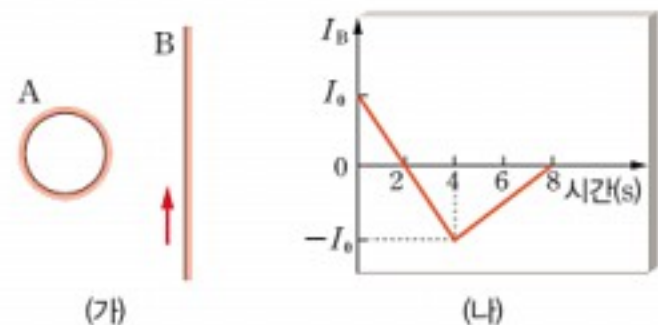
보기

- ㄱ. 알루미늄 고리는 반자성체이다.
- ㄴ. 스위치를 닫는 순간 알루미늄 고리에는 유도 전류가 흐른다.
- ㄷ. 전원의 극을 바꾸어 연결한 후 과정을 반복하면 알루미늄 고리는 튀어 오르지 않는다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ
④ ㄱ, ㄴ ⑤ ㄴ, ㄷ

전류에 의한 자기장 + 전자기 유도

- 16** 그림 (가)는 동일한 평면에 고정된 원형 도선 A와 무한히 긴 직선 도선 B를, (나)는 (가)에서 B에 흐르는 전류 I_B 를 시간에 따라 나타낸 것이다. 0초일 때 B에는 화살표 방향으로 전류가 흐른다.



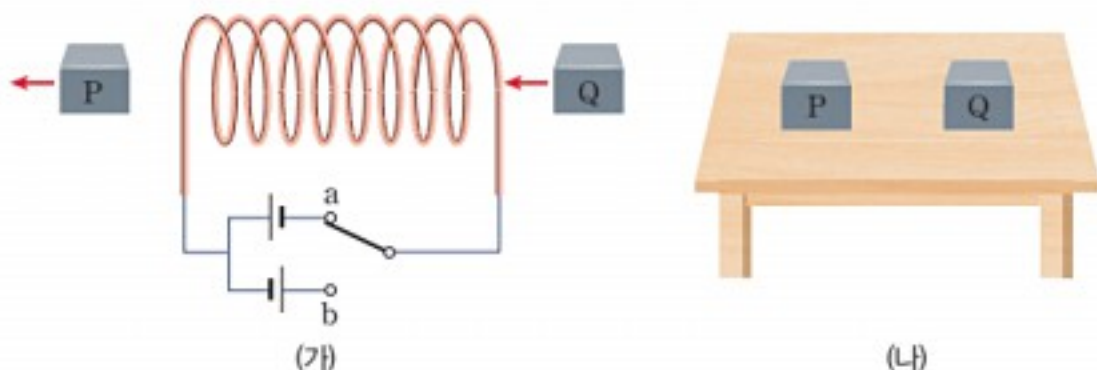
이에 대한 설명으로 옳은 것만을 보기에서 있는 대로 고른 것은?

보기

- ㄱ. A에 흐르는 유도 전류의 세기는 2초일 때가 5초일 때의 2배이다.
- ㄴ. A에 흐르는 유도 전류의 방향은 1초일 때와 3초일 때가 서로 반대이다.
- ㄷ. 6초일 때 A에는 시계 방향으로 전류가 흐른다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄴ
④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

- 1 그림 (가)는 솔레노이드 주위에 자기화되지 않은 자성체 P, Q를 놓고 스위치를 a에 연결한 모습을 나타낸 것이다. P, Q에는 각각 화살표 방향의 자기력이 작용한다. 그림 (나)는 (가)에서 솔레노이드를 제거하고 P, Q를 가까이 놓은 모습을 나타낸 것으로, P와 Q는 서로 자기력을 작용한다.



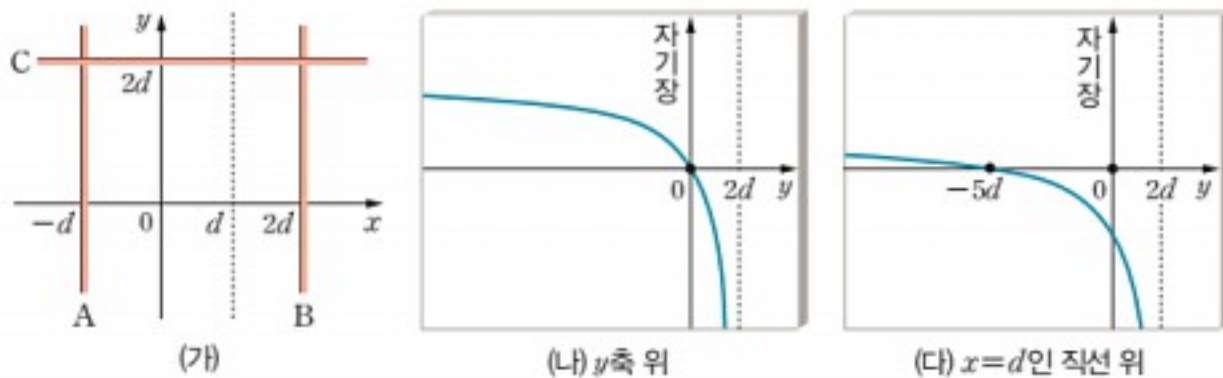
이에 대한 설명으로 옳은 것만을 보기에서 있는 대로 고른 것은?

보기

- ㄱ. (가)에서 P와 Q는 서로 같은 방향으로 자기화되어 있다.
- ㄴ. (가)에서 자성체가 자기화되지 않은 상태에서 스위치를 b에 연결하면 P에 작용하는 자기력의 방향은 오른쪽이 된다.
- ㄷ. (나)에서 P와 Q 사이에는 서로 밀어내는 자기력이 작용한다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

- 2 그림 (가)와 같이 xy 평면에 전류가 흐르는 무한히 긴 직선 도선 A, B, C가 고정되어 있다. 그림 (나), (다)는 각각 y 축 위와 $x=d$ 인 직선 위에서 A, B, C에 의한 자기장을 나타낸 것으로, xy 평면에서 수직으로 나오는 자기장의 방향을 (+)로 나타내었다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 보기에서 있는 대로 고른 것은?

보기

- ㄱ. C에 흐르는 전류의 방향은 $+x$ 방향이다.
- ㄴ. 전류의 방향은 A와 B에서 서로 반대이다.
- ㄷ. 전류의 세기는 A에서가 C에서의 14배이다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

Solution Tip

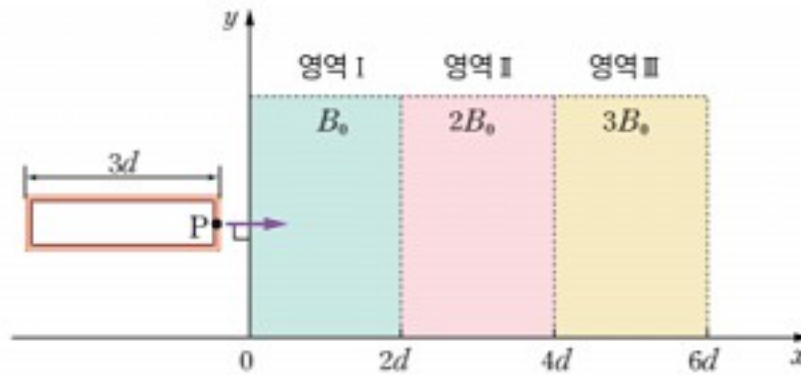
강자성체는 외부의 자기장을 제거하여도 자기화된 상태를 유지한다.

Solution Tip

무한히 긴 직선 도선에 흐르는 전류에 의한 자기장의 세기는 전류의 세기에 비례하고 도선으로부터의 직선 거리에 반비례한다.

$$B \propto \frac{I}{r}$$

- 3 그림과 같이 한 변의 길이가 $3d$ 인 직사각형 도선이 xy 평면에서 $+x$ 방향으로 등속도 운동하며 균일한 자기장 영역 I, II, III을 지난다. I, II, III에서 자기장의 세기는 각각 $B_0, 2B_0, 3B_0$ 이며, 자기장의 방향은 xy 평면에 수직이다. 도선 위의 점 P가 $x=3.5d$ 를 지날 때 유도 전류의 세기는 $3I_0$ 이고 전류의 방향은 시계 방향이며, $x=4.5d$ 를 지날 때 유도 전류의 세기는 $2I_0$ 이다.



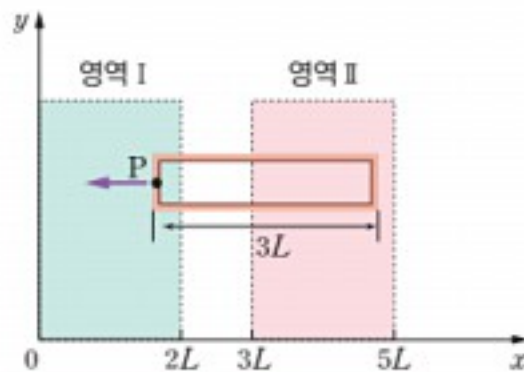
이에 대한 설명으로 옳은 것만을 보기에서 있는 대로 고른 것은?

보기

- ㄱ. I과 II에서 자기장의 방향은 서로 반대이다.
- ㄴ. P가 $x=4.5d$ 를 지날 때 유도 전류의 방향은 시계 방향이다.
- ㄷ. P가 $x=7.5d$ 를 지날 때 유도 전류의 세기는 $3I_0$ 이다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

- 4 그림은 xy 평면에 수직으로 형성된 균일한 자기장 영역 I, II와, xy 평면에서 $-x$ 방향으로 등속도 운동하는 직사각형 도선을 나타낸 것이다. 도선 위의 점 P가 I에 있을 때 도선에는 시계 반대 방향으로 유도 전류가 흐른다. I, II에서 자기장의 방향은 서로 같고, 자기장의 세기는 II에서가 I에서보다 크다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 보기에서 있는 대로 고른 것은?

보기

- ㄱ. I에서 자기장의 방향은 xy 평면에 수직으로 들어가는 방향이다.
- ㄴ. 도선에 흐르는 전류의 세기는 P가 $x=L$ 을 지날 때가 $x=4L$ 을 지날 때보다 작다.
- ㄷ. 도선의 운동 방향이 $+x$ 방향이라면, P가 $x=L$ 을 지날 때 도선에는 시계 방향으로 전류가 흐른다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ ④ ㄱ, ㄴ ⑤ ㄴ, ㄷ

Solution Tip

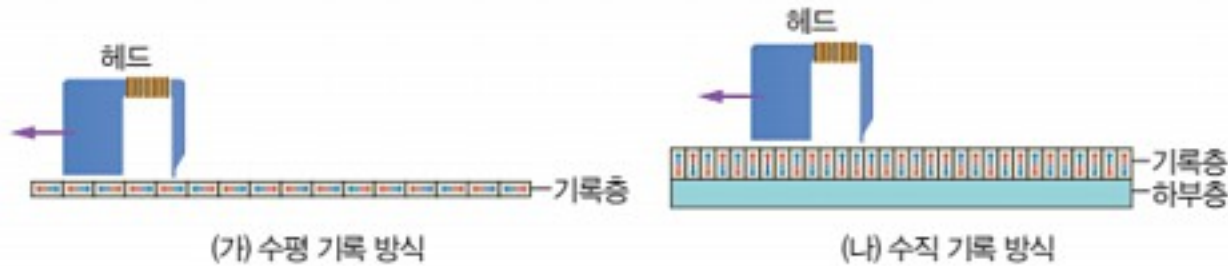
자기장의 방향이 같은 두 영역을 도선이 지나가는 경우 자기 선속의 시간 변화율은 두 영역에서의 자기장의 세기의 차에 비례한다. 자기장의 방향이 반대인 두 영역을 도선이 지나가는 경우 자기 선속의 시간 변화율은 두 영역에서의 자기장의 세기의 합에 비례한다.

Solution Tip

직사각형 도선에 흐르는 유도 전류는 도선을 통과하는 자기 선속의 변화를 방해하는 방향으로 흐른다.

사고력 확장 문제

- 1 그림 (가), (나)는 하드 디스크에서 강자성체 입자를 배열하는 두 가지 방식을 나타낸 것이다. (가)는 입자를 수평으로 배열하는 모습을, (나)는 입자를 수직으로 배열하는 모습을 보여 준다. (나)에서 하부층은 기록층 아래에 덧붙여져 있으며, 강자성체로 구성된 새로운 층이다.



- (1) 강자성체 입자의 배열 모습을 토대로 각 방식으로 만든 하드 디스크의 저장 용량이 어떠한지 근거를 들어 설명하시오.
-
- (2) (나)의 방식은 (가)의 방식보다 정보가 더 안정적으로 보존되는데, 그 까닭을 하부층의 역할과 관련지어 설명하시오.
-

- 2 다음은 자기 부상 열차에 대한 자료이다.

자기 부상 열차는 자기력을 이용해 열차를 레일 위에 띄워 운행한다. 이때 자기력은 주로 전자석을 이용해 얻는데, 인력을 이용한 방식과 척력을 이용하는 방식이 있다. 아래의 두 그림은 이 두 가지 방식을 간단히 설명하고 있다. (가)의 경우 열차와 선로 사이의 간격을 측정하는 갭 센서가 필요하며, 이 갭 센서의 측정 결과를 이용하여 전자석에 흐르는 전류를 정밀하게 조절하여 일정한 간격을 유지하는 되먹임 제어가 필요하다. 한편, (나)의 경우에는 이러한 센서와 제어 방식이 필요하지 않다.



- (나)에서는 되먹임 제어가 없어도 열차와 레일 사이의 간격이 유지되는 까닭을 (가)와 비교하여 설명하시오.
-
-

Keyword

- 강자성체
- 자기화

Solution Tip

강자성체 입자 하나하나의 배열이 0과 1의 디지털 정보를 나타낸다. 강자성체는 외부 자기장과 같은 방향으로 자기화 되므로 자석에 달라붙는 성질이 있다.

Keyword

- 전류에 의한 자기장의 세기
- 거리에 따른 자기력(자기장의 세기)

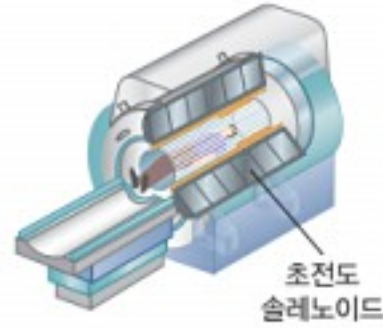
Solution Tip

막대자석에 의한 자기장을 생각해 보면, 자석의 극과 가까울수록 자기장의 세기가 크고, 자석의 극에서 멀어질수록 자기장의 세기가 약하다.

3 그림은 자기공명영상(MRI) 장치의 구조를 나타낸 것이다. 자기공명영상 장치는 인체 내부를 진단하기 위해 매우 강력하고 균일한 자기장이 필요한데, 이를 위해 초전도체로 만든 솔레노이드를 이용한다.



자기공명영상 장치의 모습

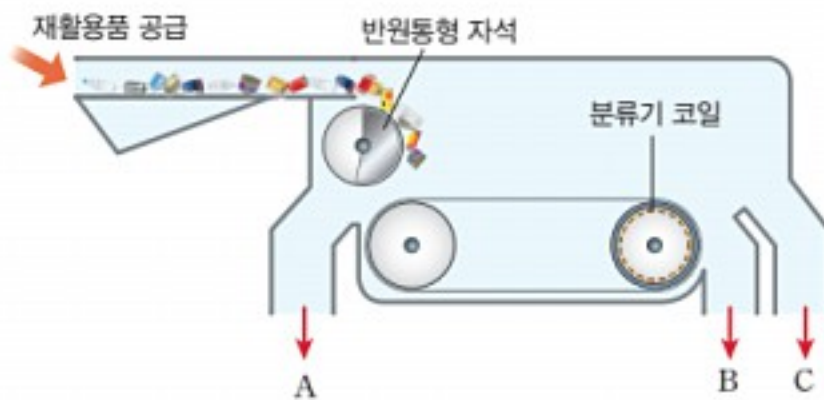


자기공명영상 장치의 구조

(1) 자기공명영상 장치에서 자기장을 얻기 위해 솔레노이드를 이용하는 까닭을 설명하십시오.

(2) 자기 공명 영상 장치의 주 자석으로 일반 구리 전선이 아닌 초전도체 전선을 사용하는 까닭을 설명하십시오.

4 자원 재활용 시설에서는 아래 그림과 같은 자동 분류 장치를 사용하여 재활용 폐기물을 효율적으로 분리한다. 컨베이어 벨트가 철 캔, 플라스틱 병, 알루미늄 캔이 섞인 폐기물을 운반하면, 반원통형 자석과 분류기 코일을 거치면서 A, B, C 경로로 분리된다. 분류기 코일은 빠르게 회전하는 강한 전자석이다.



(1) A, B, C에 모이는 폐기물의 종류를 각각 쓰시오.

(2) 철 캔, 플라스틱 병, 알루미늄 캔이 각각 다른 경로로 분리되는 원리를 각 물질의 전기적, 자기적 특성과 관련지어 설명하십시오.

KeyWord

- 초전도체의 특성
- 전류에 의한 자기장
- 솔레노이드가 만드는 자기장의 특성

Solution Tip

자기공명영상 장치가 만드는 자기장은 다음 두 가지 특성이 있다는 것에 주목한다.

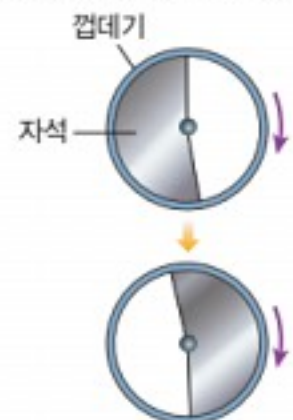
- 매우 강력한 자기장
- 균일한 자기장

KeyWord

- 강자성체, 상자성체, 반자성체
- 전자기 유도
- 렌츠 법칙

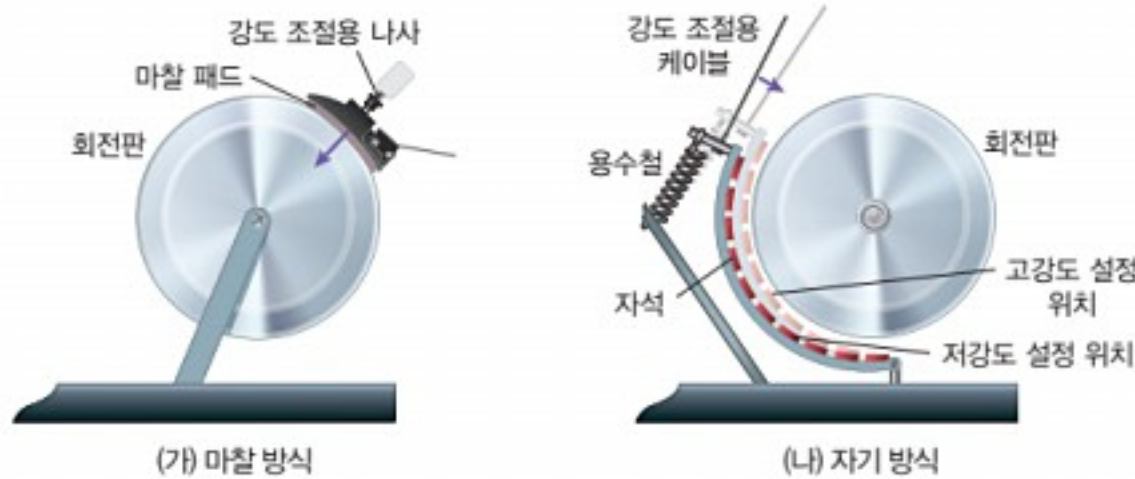
Solution Tip

반원통형 자석은 고정된 원통형 껍데기 내부에서 회전한다.



5 다음은 실내 자전거의 페달을 밟을 때 가해지는 저항력을 조절하는 방법을 설명한 것이다.

실내 자전거는 운동 효과를 내기 위해 회전판에 회전을 방해하는 힘이 작용하도록 한다. 회전을 방해하는 힘을 가하는 방식은 (가)와 같은 마찰 방식과, (나)와 같은 자기 방식이 있다. 마찰 방식은 패드를 회전판에 접촉시킨 채로 패드를 누르는 힘의 크기를 조절하는 방식으로 작동한다. 자기 방식은 회전판과 인접한 위치에 자석을 놓고 자석과 회전판 사이의 거리를 조절하는 방식으로 작동한다.



자기 방식의 원리를 단계적으로 설명하시오.

.....

.....

6 다음은 전기 기타에 대한 자료이다.

그림과 같이 전기 기타의 픽업의 구조는 영구 자석 위에 코일을 촘촘하게 감은 구조이다. 픽업은 강자성체인 기타 줄 바로 아래에 위치하여 기타 줄이 진동하면 픽업의 코일에 현의 진동수와 동일한 주파수를 가진 유도 전류가 발생한다.



클래식 기타는 나일론 재질의 기타 줄을 사용한다. 클래식 기타에 전기 기타의 픽업을 사용할 수 없는 까닭을 설명하시오.

.....

.....

KeyWord

- 전자기유도
- 자기 선속의 크기
- 렌츠 법칙

Solution Tip

자기 방식에서 렌츠 법칙이 어떻게 나타나는지 생각해 본다.

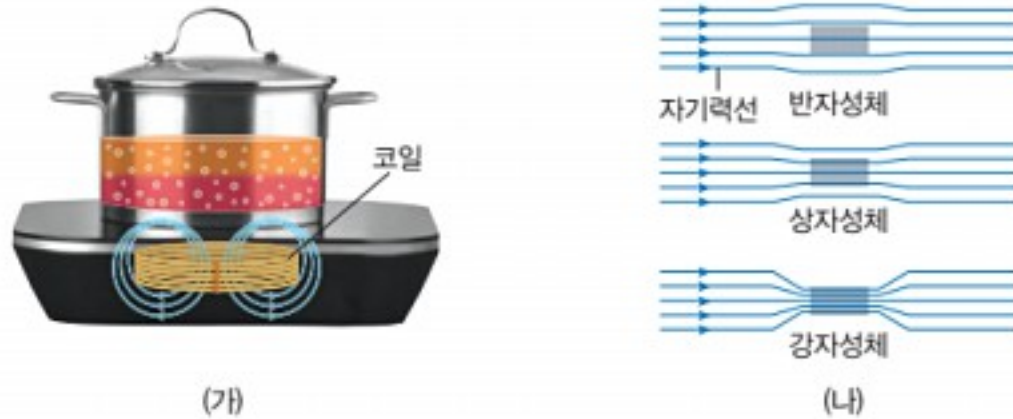
KeyWord

- 자기화
- 자기 선속
- 전자기유도

Solution Tip

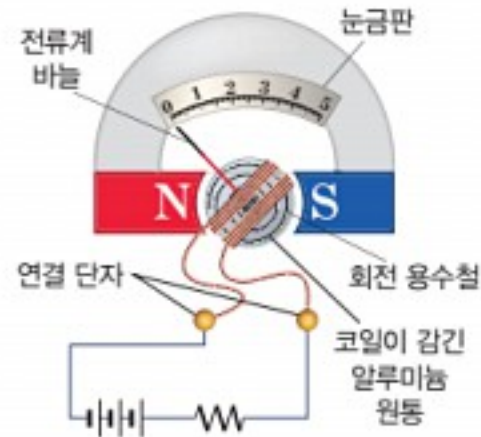
전자기 픽업에 자석이 필요한 까닭을 생각해 본다.

7 그림 (가)는 전자기 유도 원리를 이용하여 조리 용기를 가열하는 인덕션 레인지의 모습을, (나)는 자기장이 형성된 공간에 반자성체, 상자성체, 강자성체를 각각 놓았을 때, 자성체 내부와 그 주위에서 자기장의 모습을 나타낸 것이다.



구리 프라이팬이나 알루미늄 냄비를 인덕션 레인지에 사용할 수 없는 까닭을 (나)를 바탕으로 설명하시오.

8 그림은 아날로그 전류계의 구조를 나타낸 것으로, 두 연결 단자와 내부의 코일이 연결된 구조이다. 이 코일은 알루미늄 재질의 가벼운 원통에 감겨 있으며, 영구 자석 사이에 고정된 회전축을 중심으로 움직일 수 있다. 코일에 전류가 흐르면 코일이 감긴 원통이 회전하면서 원통에 고정된 바늘이 눈금판의 특정 위치를 가리킨다. 코일의 전류가 끊기면 회전 용수철의 복원력에 의해 바늘이 원래 위치로 되돌아간다.



(1) 전류계는 영구 자석 사이에 전류가 흐르는 코일이 놓인 구조로, 직류 전동기의 구조와 유사하다. 전류계가 직류 전동기와 같이 계속 회전하지 않고 눈금판의 특정 위치를 가리킬 수 있는 원리를 설명하시오.

(2) 전류계에 갑자기 큰 전류가 흐르면 전류계 바늘이 목표 지점을 지나쳤다가 다시 돌아오는 등 흔들림이 발생하게 된다. 위의 그림에서 이를 방지하는 구조를 찾아 쓰고, 그 원리를 렌츠 법칙과 연관지어 설명하시오.

Keyword

- 전자기 유도
- 자기 선속

Solution Tip

유도 기전력은 자기 선속의 시간 변화율에 비례한다. (가), (나)를 토대로 어떤 경우에 조리 용기 내부를 지나는 자기 선속의 변화가 클지 생각해 본다.

Keyword

- 자기장 안에서 전류가 흐르는 도선이 받는 힘
- 전자기 유도
- 렌츠 법칙

Solution Tip

같은 시간 동안 자기 선속의 변화가 클수록 세기가 큰 유도 전류가 흐른다.