



 Physics HighTop

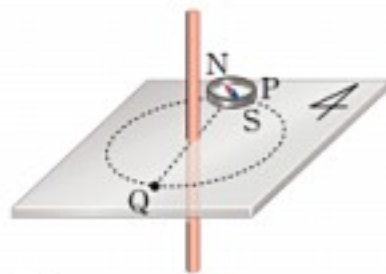
전류의 자기작용

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

Albert Einstein (1879-1955)

개념 기본 문제

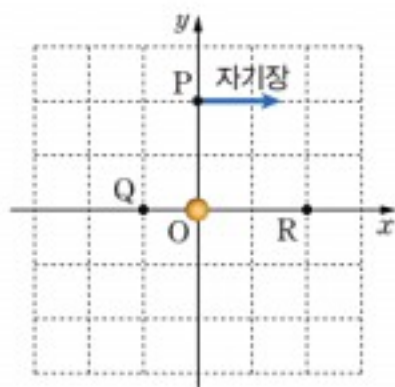
01 그림은 전류가 흐르는 무한히 긴 직선 도선 주위의 점 P에 나침반을 놓았을 때, 나침반의 N극이 회전하여 북서쪽을 가리키는 모습을 나타낸 것이다. 선분 PQ는 남북 방향과 나란하다. 이에 대한 설명으로 옳은 것만을 보기에서 있는 대로 고르시오.



보기

- ㄱ. 도선에 흐르는 전류의 세기가 증가하면 나침반의 N극은 더 많이 회전한다.
- ㄴ. 도선에 흐르는 전류의 방향이 바뀌면 나침반의 N극은 회전하여 북동쪽을 가리킨다.
- ㄷ. 나침반을 Q에 놓으면 나침반의 N극은 남동쪽을 가리킨다.

02 그림은 xy 평면에 수직으로 놓인 무한히 긴 직선 도선과 도선 주위의 세 점 P, Q, R를 나타낸 것이다. 도선은 원점 O를 지나며, P에서의 자기장 방향은 $+x$ 방향이다.

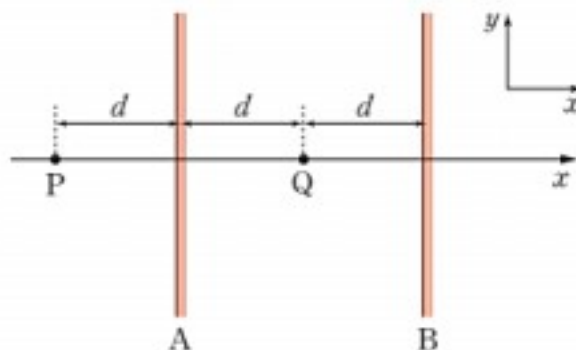


이에 대한 설명으로 옳은 것만을 보기에서 있는 대로 고르시오.

보기

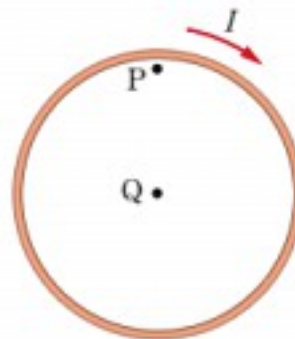
- ㄱ. 도선에 흐르는 전류의 방향은 xy 평면에 수직으로 들어가는 방향이다.
- ㄴ. R에서 자기장의 방향은 $-y$ 방향이다.
- ㄷ. 자기장의 세기는 Q에서 P에서보다 크다.

03 그림과 같이 무한히 긴 직선 도선 A, B가 y 축과 나란하게 고정되어 있다. 점 P, Q는 x 축 위에 있으며, 도선 A, B로부터 간격 d 만큼 떨어져 있다. A에 흐르는 전류의 세기는 I_0 이고, Q에서 A와 B에 의한 자기장은 0이다.



- (1) A에 흐르는 전류의 방향이 $+y$ 방향일 때, B에 흐르는 전류의 방향을 쓰시오.
- (2) Q에서 A에 의한 자기장의 세기가 B_0 일 때, P에서 A와 B에 의한 자기장의 세기를 구하시오.
- (3) A에 흐르는 전류의 세기를 $2I_0$ 로 바꾸었을 때, A, B에 의한 자기장이 0이 되는 x 축상의 점의 위치를 R라고 하자. 이때, A에서 R까지의 거리를 구하시오.

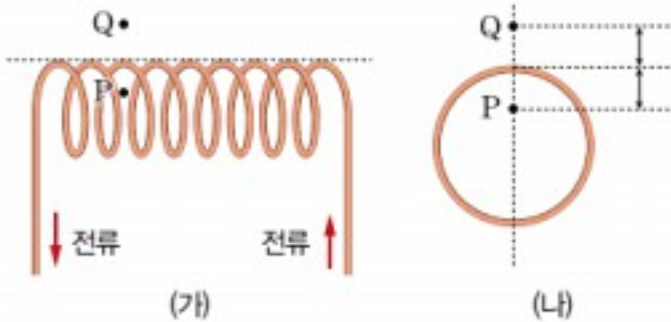
04 그림은 원형 도선에 세기가 I 인 전류가 시계 방향으로 흐르는 모습을 나타낸 것이다. 점 P, Q는 원형 도선과 같은 평면에 있는 두 점으로, Q는 원의 중심이다. 이에 대한 설명으로 옳은 것만을 보기에서 있는 대로 고르시오.



보기

- ㄱ. 자기장의 세기는 P에서 Q에서보다 크다.
- ㄴ. Q에서 자기장의 방향은 종이 면에서 수직으로 나오는 방향이다.
- ㄷ. Q에서 자기장의 세기는 도선에 흐르는 전류의 세기에 비례한다.

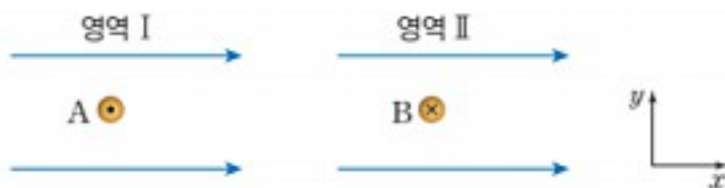
05 그림 (가)는 솔레노이드에 일정한 세기의 전류가 흐르는 모습을 나타낸 것이다. 점 P, Q는 각각 솔레노이드 내부와 외부의 점이며, 그림 (나)와 같이 P, Q가 도선으로부터 떨어진 거리는 서로 같다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 보기에서 있는 대로 고르시오

- 보기
- ㄱ. 솔레노이드에 흐르는 전류의 세기가 증가하면 P에서 자기장의 세기가 증가한다.
 - ㄴ. 자기장의 세기는 P와 Q에서 서로 같다.
 - ㄷ. P에서 자기장의 방향은 P에서 Q를 향하는 직선 방향이다.

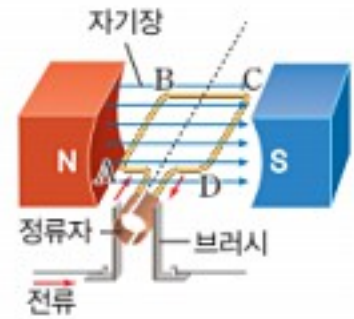
06 그림은 방향이 $+x$ 방향인 동일한 자기장 영역 I, II에 각각 전류가 흐르는 무한히 긴 직선 도선 A, B가 고정된 모습을 나타낸 것이다. 도선에 작용하는 자기력의 크기는 A가 B의 2배이고, 영역 I, II에서 자기장은 균일하다.



- 종이 면에서 수직으로 나오는 방향
- ⊗ 종이 면에 수직으로 들어가는 방향

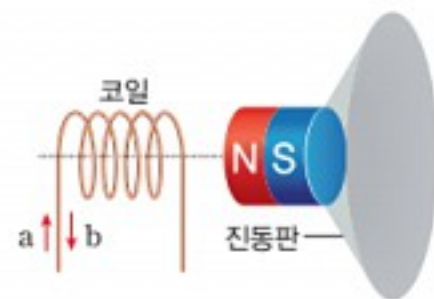
- (1) A에 작용하는 자기력의 방향을 쓰시오.
- (2) 도선에 흐르는 전류의 세기는 A가 B의 몇 배인지 구하시오.

07 그림은 직류 전동기의 구조를 나타낸 것이다. 사각형 모양 코일의 AB 부분과 CD 부분은 자석의 자기장과 수직인 방향으로 놓여 있다. 이에 대한 설명으로 옳은 것만을 보기에서 있는 대로 고르시오



- 보기
- ㄱ. AB 부분에 작용하는 자기력과 CD 부분에 작용하는 자기력은 방향이 서로 반대이다.
 - ㄴ. 정류자는 코일이 180° 회전할 때마다 코일에 흐르는 전류의 방향을 반대로 바꾸는 역할을 한다.
 - ㄷ. 전원 장치의 극이 반대로 바뀌어도 코일의 회전 방향은 바뀌지 않는다.
 - ㄹ. 코일에 전류가 흐르면 운동 에너지가 전기 에너지로 전환된다.

08 그림과 같이 코일과 영구 자석을 가까이 놓고 코일에 a 방향으로 전류를 흘려주었다. 영구 자석에는 진동판이 붙어 있으며, 코일은 고정되어 있다.



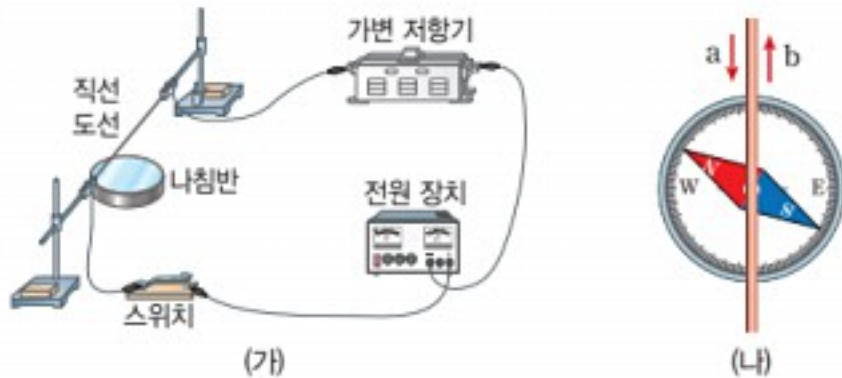
이에 대한 설명으로 옳은 것만을 보기에서 있는 대로 고르시오

- 보기
- ㄱ. 코일과 영구 자석 사이에는 서로 미는 자기력이 작용한다.
 - ㄴ. 전류의 세기가 일정할 때 진동판이 진동하면서 소리가 발생한다.
 - ㄷ. 전류의 방향을 b 방향으로 바꾸면 코일에 의한 자기장의 방향도 반대로 바뀐다.

개념 적용 문제

▶ 직선 도선에 흐르는 전류에 의한 자기장

01 그림 (가)는 전류에 의한 자기장 관찰 실험 장치를, (나)는 (가)에서 나침반의 자침이 회전한 모습을 나타낸 것이다. (가)에서 직선 도선은 지구 자기장의 방향과 나란하게 고정되어 있으며, 나침반은 직선 도선 아래에 놓여 있다.



▶ 직선 전류에 의한 자기장의 방향은 오른손의 엄지손가락을 전류의 방향으로 향하게 할 때, 나머지 네 손가락이 감아쥐는 방향이다.

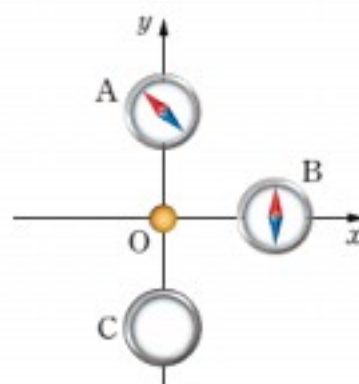
이에 대한 설명으로 옳은 것만을 보기에서 있는 대로 고른 것은?

- 보기
- ㄱ. (나)에서 도선에 흐르는 전류의 방향은 a이다.
 - ㄴ. (가)에서 직선 도선과 나침반 사이의 거리가 멀수록 (나)에서 나침반 자침의 회전각이 작다.
 - ㄷ. (가)에서 가변 저항기의 저항값이 작을수록 (나)에서 나침반 자침의 회전각이 작다.

- ① ㄴ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

▶ 직선 도선에 흐르는 전류에 의한 자기장

02 그림은 xy 평면의 원점 O 에 전류가 흐르는 무한히 긴 직선 도선을 xy 평면에 수직인 방향으로 고정시켰을 때, xy 평면에 놓인 세 나침반 A, B, C의 모습을 나타낸 것이다. 세 나침반은 모두 O 에서 같은 거리만큼 떨어져 있다. A의 자침이 y 축과 이루는 각도는 45° 이고, B의 N극은 $+y$ 방향을 가리킨다.



▶ 나침반의 N극은 지구 자기장과 전류에 의한 자기장을 합성한 자기장의 방향을 가리킨다.

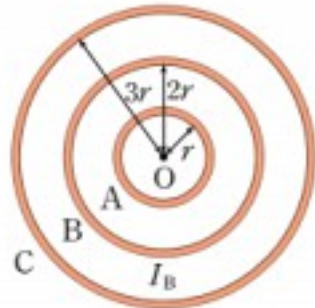
이에 대한 설명으로 옳은 것만을 보기에서 있는 대로 고른 것은?

- 보기
- ㄱ. 도선에 흐르는 전류의 방향은 xy 평면에서 수직으로 나오는 방향이다.
 - ㄴ. A와 B가 놓인 위치에서 전류에 의한 자기장의 세기는 서로 같다.
 - ㄷ. C의 N극은 동쪽을 가리킨다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

➤ 원형 도선에 흐르는 전류에 의한 자기장

03 그림은 전류가 흐르는 세 원형 도선 A, B, C가 동심원을 이루며 고정된 모습을 나타낸 것이다. A, B, C의 반지름은 각각 $r, 2r, 3r$ 이고, A, C에 흐르는 전류의 방향은 서로 반대이다. 표는 B에 흐르는 전류의 세기 I_B 에 따라 원의 중심 O에서 A, B, C에 의한 자기장의 방향과 세기를 나타낸 것이다.



| I_B | O에서의 자기장 | |
|--------|----------|-------|
| | 방향 | 세기 |
| I_0 | ㉠ | B_0 |
| $2I_0$ | (+) | B_0 |
| $3I_0$ | (+) | ㉡ |

➤ 원형 전류의 중심에서 자기장의 세기는 $B \propto \frac{I}{r}$ 이고, 자기장의 방향은 오른손의 네 손가락을 전류의 방향으로 감아질 때 엄지손가락이 가리키는 방향이다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 보기에서 있는 대로 고른 것은?

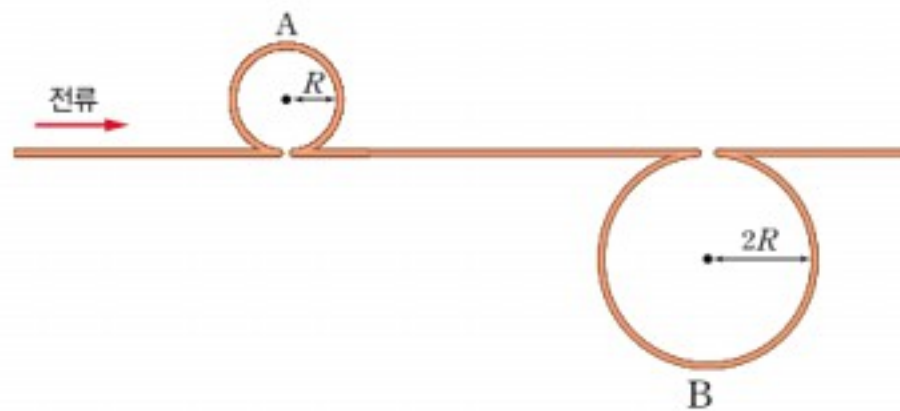
보기

ㄱ. $I_B = I_0$ 일 때 O에서 B에 의한 자기장의 세기는 B_0 이다.
 ㄴ. ㉠은 (-)이다.
 ㄷ. ㉡은 $3B_0$ 이다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ ④ ㄱ, ㄴ ⑤ ㄴ, ㄷ

➤ 직선 도선과 원형 도선에 흐르는 전류에 의한 자기장

04 그림과 같이 무한히 긴 직선 도선의 일부를 원형으로 구부려 반지름 R 인 원형 도선 A와 반지름 $2R$ 인 원형 도선 B를 만들었다. 도선에는 세기가 일정한 전류가 화살표 방향으로 흐르고 있다. A의 중심에서 자기장의 방향은 종이 면에 수직으로 들어가는 방향이다.



➤ 직선 도선 주위와 원형 도선의 중심에서 전류에 의한 자기장의 세기는 각각 전류의 세기에 비례한다. 이때 다음의 관계에서 비례 상수는 원형 전류가 더 크다.

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

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 보기에서 있는 대로 고른 것은? (단, A의 중심에서 B에 의한 자기장은 무시하고, B의 중심에서 A에 의한 자기장은 무시한다.)

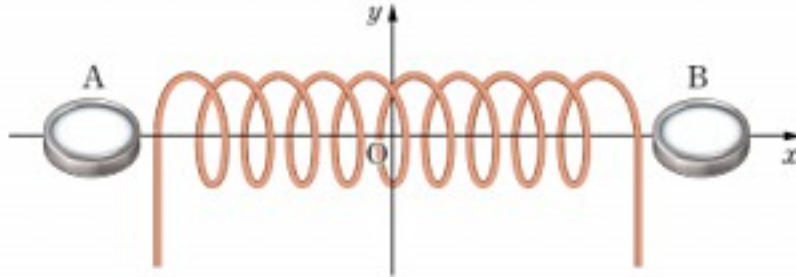
보기

ㄱ. B의 중심에서 자기장의 방향은 종이 면에서 수직으로 나오는 방향이다.
 ㄴ. 자기장의 세기는 A의 중심에서 B의 중심에서보다 크다.
 ㄷ. 전류의 세기가 두 배가 되면 A의 중심에서 자기장의 세기도 두 배가 된다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

➤ 솔레노이드에 흐르는 전류에 의한 자기장

05 그림은 전류가 흐르는 솔레노이드의 양 끝점에서 같은 거리만큼 떨어진 곳에 놓은 나침반 A, B를 나타낸 것이다. 솔레노이드의 중심축은 x 축과 같으며, A, B는 x 축 위에 놓여 있다. 점 O는 xy 평면의 원점이다.



➤ 솔레노이드에 전류가 흐를 때 내부에는 중심축과 나란한 방향의 균일한 자기장이 형성된다.

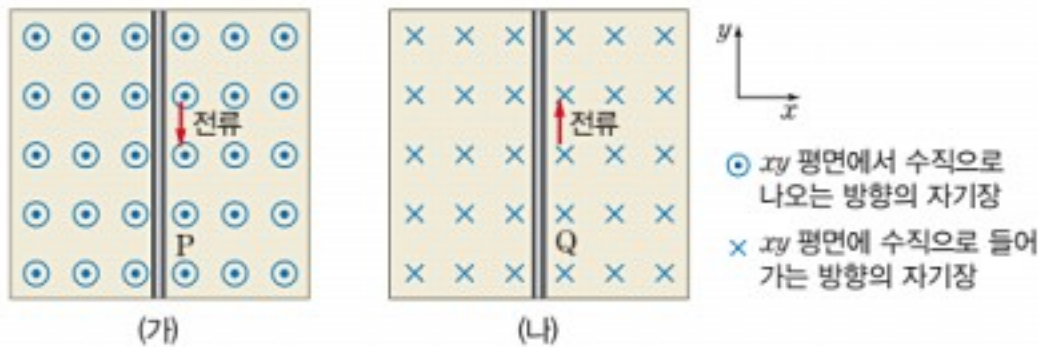
이에 대한 설명으로 옳은 것만을 보기에서 있는 대로 고른 것은?

- 보기
- ㄱ. O에서 자기장의 방향은 x 축에 나란하다.
 - ㄴ. O에서 자기장의 세기는 전류의 세기와 관계없이 항상 일정하다.
 - ㄷ. 나침반의 N극이 가리키는 방향은 A와 B가 서로 반대이다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

➤ 자기장 안에서 전류가 흐르는 도선에 작용하는 자기력

06 그림 (가), (나)는 xy 평면에 수직으로 형성된 균일한 자기장 영역에 놓인 도선 P, Q에 전류가 흐르는 모습을 나타낸 것이다. P, Q는 y 축과 나란한 방향으로 놓여 있다. (가), (나)에서 자기장 영역의 크기와 자기장의 세기는 같고, 도선에 흐르는 전류의 세기는 P에서가 Q에서보다 크다.



➤ 자기장 안에서 전류가 흐르는 도선에 작용하는 자기력의 방향은 오른손을 이용하여 다음과 같이 구한다.



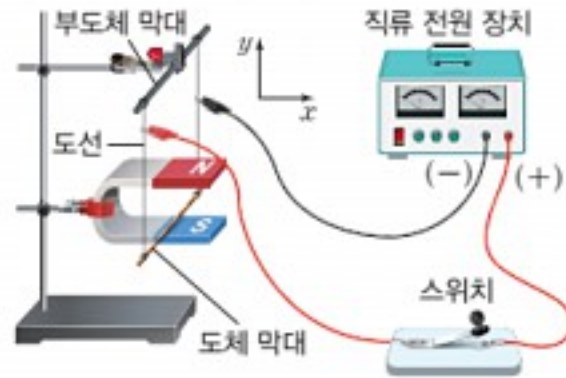
이에 대한 설명으로 옳은 것만을 보기에서 있는 대로 고른 것은?

- 보기
- ㄱ. P, Q에 작용하는 자기력의 방향은 서로 반대이다.
 - ㄴ. Q에 작용하는 자기력의 방향은 $-x$ 방향이다.
 - ㄷ. 도선에 작용하는 자기력의 크기는 P가 Q보다 크다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

➤ 자기장 안에서 전류가 흐르는 도선에 작용하는 자기력

07 그림은 도체 막대에 도선을 연결하여 그네처럼 매달아 놓은 실험 장치를 나타낸 것이다. 도체 막대는 자석의 N극과 S극 사이의 중앙에 위치해 있다.



➤ 오른손의 네 손가락을 자기장의 방향으로, 엄지손가락을 전류의 방향으로 향하게 할 때 손바닥이 가리키는 방향이 도선에 작용하는 자기력의 방향이다.

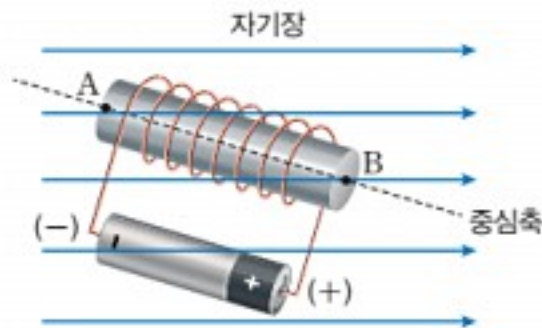
스위치를 닫은 후 도체 막대에 작용하는 자기력에 대한 설명으로 옳은 것만을 보기에서 있는 대로 고른 것은? (단, 지구 자기장은 무시한다.)

- 보기
- ㄱ. 도체 막대에는 $+x$ 방향의 자기력이 작용한다.
 - ㄴ. 전원 장치의 전압이 클수록 도체 막대에 작용하는 자기력이 크다.
 - ㄷ. 전원 장치의 극을 바꾸어 연결해도 도체 막대에 작용하는 자기력의 방향은 바뀌지 않는다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

➤ 전류의 자기 작용

08 그림은 균일한 자기장 안에 놓인 솔레노이드에 전지를 연결한 모습을 나타낸 것이다. 점 A, B는 솔레노이드의 양 끝에 있는 중심축 위의 점이다.



➤ 자기장 안에서 자석의 N극에는 자기장과 같은 방향으로 자기력이 작용하고, S극에는 자기장과 반대 방향으로 자기력이 작용한다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 보기에서 있는 대로 고른 것은?

- 보기
- ㄱ. 솔레노이드는 시계 방향으로 회전한다.
 - ㄴ. A는 자석의 S극, B는 자석의 N극에 해당한다.
 - ㄷ. 솔레노이드에 전압이 더 높은 전지를 연결한다면 솔레노이드에 작용하는 돌림힘의 크기가 커진다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

➤ 전류의 자기작용의 이용

09 그림 (가)는 직류 전동기의 구조를 나타낸 것이다. N 번 감긴 사각형 코일의 변 AB와 CD가 균일한 자기장과 수직인 방향으로 놓여 있다. 그림 (나)는 사각형 코일의 변 AD와 BC가 자기장의 방향과 나란하게 놓인 순간의 모습을 나타낸 것이다. (나)에서 변 AB에는 종이 면에 수직으로 들어가는 방향의 전류가 흐른다.



➤ 자기장 안에 있는 코일에 전류가 흐르면 코일에는 자기력이 작용하고, 자기력에 의한 돌림힘이 코일을 회전시킨다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 보기에서 있는 대로 고른 것은?

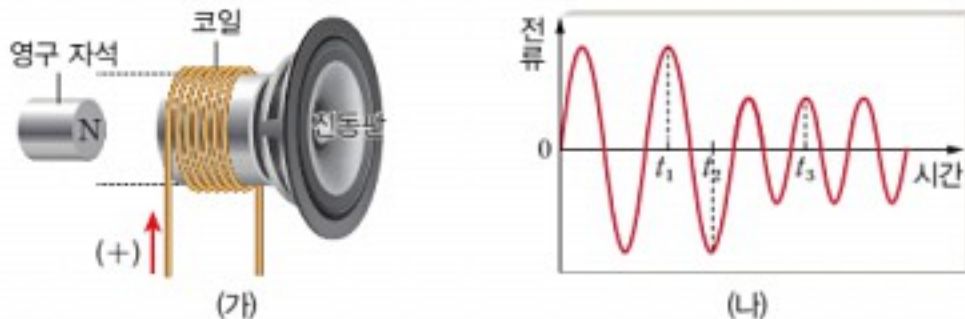
보기

- ㄱ. 전류의 세기가 같다면 N 이 클수록 코일에 작용하는 돌림힘의 크기가 크다.
- ㄴ. 코일이 회전하는 동안 코일에는 항상 자기력이 작용한다.
- ㄷ. 코일이 (나)의 위치로부터 45° 회전하는 동안 변 AB에는 항상 같은 세기의 자기력이 작용한다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

➤ 전류의 자기작용의 이용

10 그림 (가)는 스피커의 구조를 나타낸 것으로, 고정된 영구 자석의 N극이 진동판에 붙어 있는 코일과 가까이 놓여 있다. 그림 (나)는 (가)의 코일에 흐르는 전류를 시간에 따라 나타낸 것이다. (가)에서 코일에 화살표 방향으로 전류가 흐를 때의 전류 방향을 (+)로 한다.



➤ 스피커는 전류에 의한 자기 작용을 이용해 전기 에너지를 역학적 에너지(진동판의 진동 에너지)로 전환한다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 보기에서 있는 대로 고른 것은?

보기

- ㄱ. t_1 일 때 자석과 코일 사이에는 서로 밀어내는 자기력이 작용한다.
- ㄴ. 코일에 작용하는 자기력의 방향은 t_1 일 때와 t_2 일 때가 서로 반대이다.
- ㄷ. 코일에 작용하는 자기력의 크기는 t_1 일 때가 t_3 일 때보다 크다.

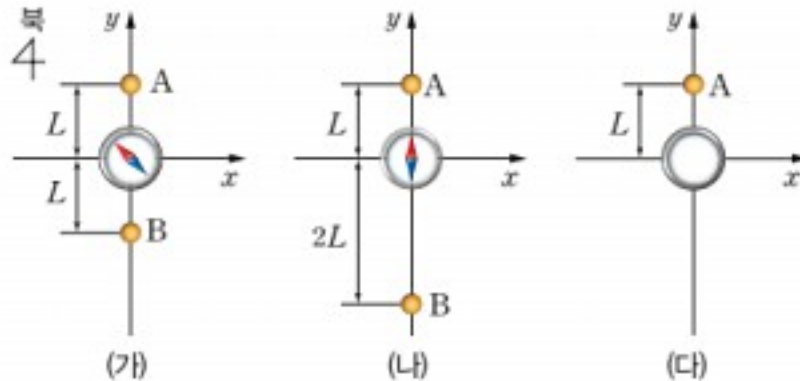
- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

1도전 문제

➤ 전류의 자기작용

11 그림 (가)는 xy 평면의 원점에 나침반을, y 축상에는 전류가 흐르는 무한히 긴 직선 도선 A, B를 xy 평면에 수직으로 고정시킨 모습을 나타낸 것이다. 나침반과 A, B는 각각 거리 L 만큼 떨어져 있다. (가)에서 B를 $-y$ 방향으로 L 만큼 이동시켜 고정하였더니, 그림 (나)와 같이 나침반이 북쪽을 가리켰다. 그림 (다)는 (나)에서 B를 제거한 모습을 나타낸 것이다.

➤ 무한히 긴 직선 도선에 흐르는 전류에 의한 자기장은 도선을 중심으로 한 동심원 모양이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 보기에서 있는 대로 고른 것은? (단, $+y$ 방향은 북쪽이다.)

- 보기
- ㄱ. 전류의 세기는 A가 B보다 작다.
 - ㄴ. B에는 xy 평면에 수직으로 들어가는 방향으로 전류가 흐른다.
 - ㄷ. 나침반의 회전각은 (가)에서가 (다)에서보다 작다.

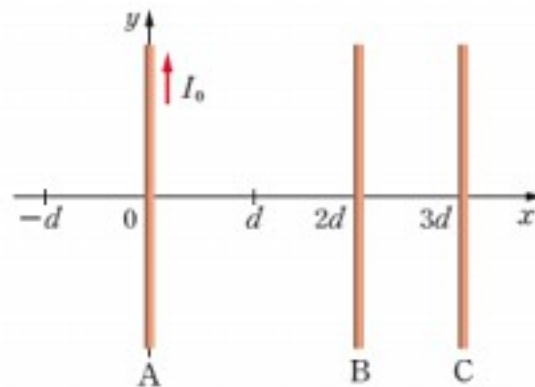
- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ ④ ㄱ, ㄴ ⑤ ㄴ, ㄷ

➤ 직선 도선에 흐르는 전류에 의한 자기장과 전류의 자기작용

12 그림은 xy 평면에서 y 축과 나란하게 고정된 무한히 긴 직선 도선 A, B, C를 나타낸 것이다. A, B, C는 각각 $x=0, x=2d, x=3d$ 인 점을 지난다. A에는 $+y$ 방향으로 세기가 I_0 인 전류가 흐른다. $x=-d$ 와 $x=d$ 인 점에서 A, B, C에 의한 자기장은 각각 0이다.

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

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



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 보기에서 있는 대로 고른 것은?

- 보기
- ㄱ. B에 흐르는 전류의 세기는 $9I_0$ 이다.
 - ㄴ. C에 흐르는 전류의 방향은 $-y$ 방향이다.
 - ㄷ. A에 작용하는 자기력의 방향은 $-x$ 방향이다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ