

메가 N제

전류의 자기작용

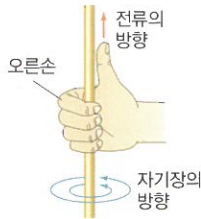
Infinite devotion to the assignment

전류의 자기 작용

1 전류에 의한 자기장

(1) 직선 전류에 의한 자기장: 직선 도선에 전류가 흐르면 도선을 중심으로 동심원 모양의 자기장이 형성된다. **자료 1**

① 자기장의 방향: 전류의 방향으로 오른손의 엄지손가락을 향하게 하며 도선을 감아줬을 때 나머지 네 손가락이 가리키는 방향이다.



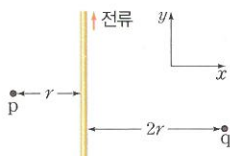
② 자기장의 세기: 자기장의 세기(B)는 전류의 세기(I)에 비례하고, 도선으로부터의 거리(r)에 반비례한다.

→ $B \propto \frac{I}{r}$ 전류의 세기가 클수록 커지고, 전류가 흐르는 도선에서 멀어질수록 작아진다.

직선 도선 주위에 생긴 자기장

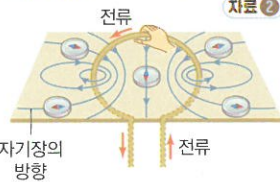
그림과 같이 직선 도선 주변에 화살표 방향으로 전류가 흐르고 있다.

- 자기장의 방향: p점에서는 xy 평면에서 수직으로 나오는 방향의 자기장이, q점에서는 xy 평면에 수직으로 들어가는 방향의 자기장이 생긴다.
- 자기장의 세기: 직선 도선으로부터 q점까지의 거리는 p점까지 거리의 2배이므로 자기장의 세기는 p점에서 q점에서의 2배이다.



(2) 원형 전류에 의한 자기장: 원형 도선에 흐르는 전류에 의한 자기장은 직선 도선에 흐르는 전류에 의한 자기장의 합으로 생각할 수 있다. **자료 2**

① 자기장의 방향: 전류의 방향으로 오른손의 엄지손가락을 향하게 하고 도선을 감아줬을 때 나머지 네 손가락이 가리키는 방향이다.

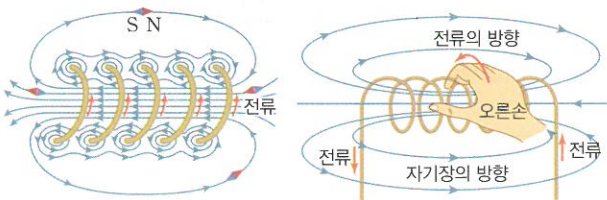


② 자기장의 세기: 원형 도선 중심에서 자기장의 세기(B)는 전류의 세기(I)에 비례하고, 도선의 반지름(r)에 반비례한다.

→ $B \propto \frac{I}{r}$ 전류의 세기가 클수록 커지고, 반지름이 클수록 작아진다.

(3) 솔레노이드에 의한 자기장: 솔레노이드는 원형 도선을 여러 개 겹쳐 놓은 것과 같으므로 원형 도선에 흐르는 전류에 의한 자기장의 합으로 생각할 수 있다. **자료 3**

① 솔레노이드 내부에서 자기장의 방향: 오른손의 네 손가락을 전류의 방향으로 감아줄 때 엄지손가락이 가리키는 방향이다.



② 솔레노이드 내부에서 자기장의 세기: 솔레노이드 내부에는 균일한 자기장이 형성되며, 자기장의 세기(B)는 전류의 세기(I)와 단위 길이당 코일의 감은 수(n)에 비례한다.

→ $B \propto nI$ 전류의 세기가 클수록 커지고, 단위 길이당 코일의 감은 수가 많을수록 커진다.

2 전류의 자기 작용을 이용한 에너지 전환

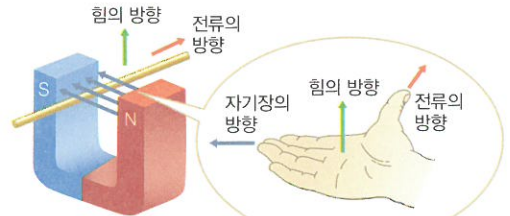
(1) 전류의 자기 작용

① 전류의 자기 작용: 외부 자기장 속에 놓인 도선에 전류가 흐를 때 외부 자기장과 전류에 의한 자기장이 상호작용 하여 도선은 힘(자기력)을 받는다.

② 전류의 자기 작용 이용: 자기 부상 열차, 자기 공명 영상(MRI) 장치, 뇌자도(MEG) 장비, 전자석 등

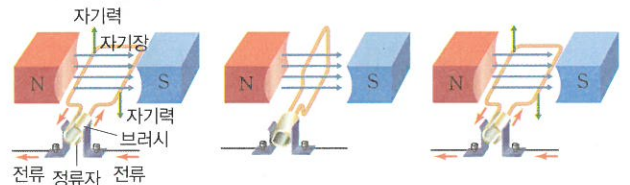
자기장 속에서 전류가 흐르는 도선이 받는 힘의 방향

오른손 네 손가락을 자기장의 방향으로, 엄지손가락을 전류의 방향으로 향할 때 손바닥이 향하는 방향이 도선에 작용하는 힘의 방향이다.



(2) 전류의 자기 작용을 이용한 에너지 전환 **자료 4**

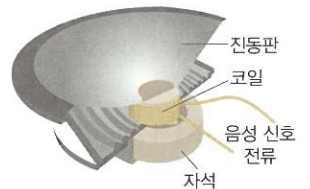
① 전동기: 자석 사이에 들어 있는 코일에 전류가 흐를 때 코일은 자기력을 받아 회전하게 만든 장치이다. 전기 에너지를 운동 에너지로 전환시키는 장치에 이용



- 에너지 전환: 전기 에너지 → 운동 에너지
- 이용: 세탁기, 선풍기, 헤어드라이어, 전기 자동차 등

② 스피커: 전류의 자기 작용으로 전기 신호를 소리로 바꾸는 장치

- 원리: 음성 신호 전류가 바뀌면 코일이 감긴 전자석의 세기나 극이 바뀌게 된다. 따라서 외부 자석과 코일이 감긴 전자석 사이에 작용하는 자기력이 변하게 되어 진동판이 진동하여 소리가 발생한다.
- 에너지 전환: 전기 에너지 → 운동 에너지 → 소리 에너지

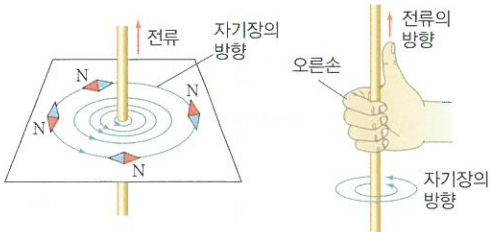


다음 자료에 대한 설명으로 옳은 것은 ○표, 옳지 않은 것은 ×표 하시오.

자료 1 직선 전류에 의한 자기장

동아, 미래엔, 비상, 천재

그림은 직선 도선에 전류가 흐를 때 도선 주위의 자기장의 방향과 자기장의 방향을 찾는 방법을 나타낸 것이다.

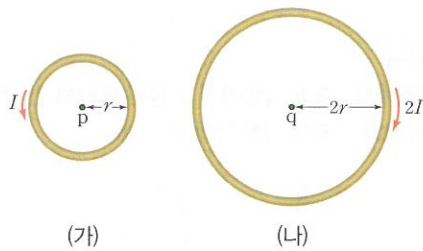


- 307 직선 도선에 전류가 흐르면 도선을 중심으로 하는 동심원 모양의 자기장이 형성된다. ○/×
- 308 전류의 방향으로 오른손의 엄지손가락을 향하게 하여 도선을 감아쥐었을 때 나머지 네 손가락이 가리키는 방향이 자기장의 방향이다. ○/×
- 309 전류의 방향이 반대로 되어도 도선 주위에 놓은 나침반 자침의 방향은 변하지 않는다. ○/×
- 310 직선 도선에 흐르는 전류의 세기가 클수록 도선 주변에 형성되는 자기장의 세기는 작아진다. ○/×

자료 2 원형 전류에 의한 자기장

동아, 미래엔, 비상, 천재

그림은 두 원형 도선 (가), (나)에 각각 세기가 I , $2I$ 인 전류가 화살표 방향으로 흐르고 있는 것을 나타낸 것이다.

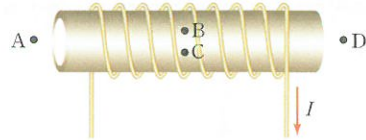


- 311 원형 도선 중심에서 자기장의 모양은 원 모양이다. ○/×
- 312 p에서 자기장의 방향은 종이면에서 수직으로 나오는 방향이다. ○/×
- 313 q에서 자기장의 방향은 종이면에 수직으로 들어가는 방향이다. ○/×
- 314 자기장의 세기는 p에서가 q에서의 4배이다. ○/×

자료 3 솔레노이드에 의한 자기장

동아, 미래엔, 비상, 천재

그림은 솔레노이드에 세기가 I 인 일정한 전류가 화살표 방향으로 흐르고 있는 것을 나타낸 것이다. 점 B, C는 솔레노이드 내부에 있다.

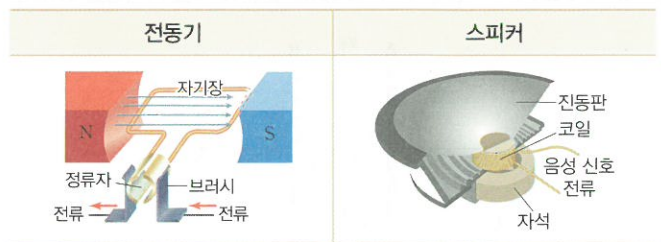


- 315 A에서 자기장의 방향은 오른쪽이다. ○/×
- 316 B와 C에서 자기장의 세기는 같다. ○/×
- 317 D에서 자기장의 방향은 왼쪽이다. ○/×
- 318 전류의 세기가 $2I$ 가 되면 B에서 자기장의 세기는 2배가 된다. ○/×
- 319 솔레노이드 내부에서 자기장의 세기는 코일의 총 감은 수에 비례한다. ○/×

자료 4 전류의 자기 작용 이용

동아, 미래엔, 비상, 천재

다음은 전류의 자기 작용을 이용하는 예이다.



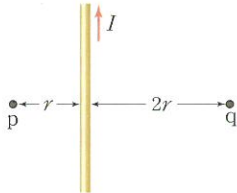
- 320 전동기는 코일에 전류가 흐를 때 코일과 자석 사이의 자기 작용을 이용하는 장치이다. ○/×
- 321 전동기에서는 운동 에너지가 전기 에너지로 전환된다. ○/×
- 322 스피커는 전류의 자기 작용으로 소리를 전기 신호로 바꾸는 장치이다. ○/×
- 323 스피커에서 에너지 전환 과정은 전기 에너지 → 운동 에너지 → 소리 에너지이다. ○/×

1 전류에 의한 자기장

학교빈출

324

그림은 종이면에 고정된 무한히 긴 직선 도선에 세기가 I 인 전류가 화살표 방향으로 흐르고 있는 것을 나타낸 것이다. 점 p, q 는 각각 도선으로부터 왼쪽, 오른쪽으로 $r, 2r$ 만큼 떨어져 있는 종이면상의 점이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 보기에서 있는 대로 고른 것은?

보기

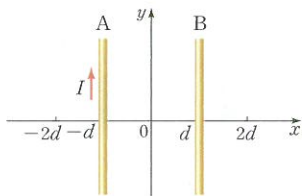
- ㄱ. p 와 q 에서 도선에 흐르는 전류에 의한 자기장의 방향은 같다.
- ㄴ. 도선에 흐르는 전류에 의한 자기장의 세기는 q 에서가 p 에서의 2배이다.
- ㄷ. 도선에 흐르는 전류의 세기가 $2I$ 가 되면 p 에서 도선에 흐르는 전류에 의한 자기장의 세기는 2배가 된다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

✓최다오답

325

그림과 같이 xy 평면에서 y 축과 나란하게 놓인 무한히 긴 직선 도선 A, B에 각각 일정한 전류가 흐르고 있다. A에는 세기가 I 인 전류가 $+y$ 방향으로 흐르고, $x=0$ 에서 A, B에 흐르는 전류에 의한 자기장은 0이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 보기에서 있는 대로 고른 것은?

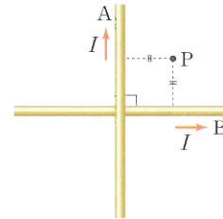
보기

- ㄱ. B에 흐르는 전류의 방향은 $+y$ 방향이다.
- ㄴ. $x = -2d$ 와 $x = 2d$ 에서 A, B에 흐르는 전류에 의한 자기장의 세기는 같다.
- ㄷ. A에 흐르는 전류의 세기가 $2I$ 가 되면 $x = \frac{d}{2}$ 에서 A, B에 흐르는 전류에 의한 자기장이 0이 된다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ ④ ㄱ, ㄴ ⑤ ㄴ, ㄷ

326

그림과 같이 종이면에 서로 수직으로 고정된 무한히 긴 직선 도선 A, B에 화살표 방향으로 세기가 I 인 전류가 각각 흐르고 있다. 점 P는 A, B로부터 거리가 같은 종이면상의 점으로, P에서 A에 흐르는 전류에 의한 자기장의 세기는 B 이다.



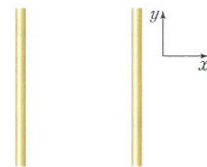
P에서 A와 B에 흐르는 전류에 의한 자기장의 세기는?

- ① 0 ② $\frac{1}{2}B$ ③ B
 ④ $\frac{3}{2}B$ ⑤ $2B$

327

서술형

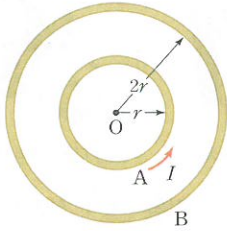
그림은 xy 평면에서 y 축과 나란하게 고정된 무한히 긴 두 직선 도선에 일정한 전류가 흐르고 있는 것을 나타낸 것이다.



xy 평면상의 두 도선 사이에서 자기장이 0인 지점이 존재하지 않기 위한 조건을 두 도선에 흐르는 전류의 세기, 전류의 방향과 관련지어 서술 하시오. (단, 지구 자기장은 무시한다.)

328

그림은 중심이 점 O로 같은 원형 도선 A, B가 종이면에 고정되어 있는 것을 나타낸 것이다. A, B의 반지름은 각각 $r, 2r$ 이고 A에는 시계 반대 방향으로 세기가 I 인 전류가 흐르고 있다. O에서 A에 흐르는 전류에 의한 자기장의 세기는 B_0 이고, A, B에 흐르는 전류에 의한 자기장은 0이다. B에 흐르는 전류는 일정하다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 보기에서 있는 대로 고른 것은?

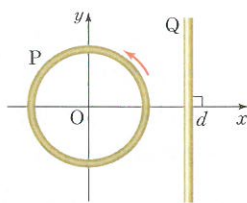
보기

- ㄱ. B에 흐르는 전류의 방향은 시계 방향이다.
- ㄴ. B에 흐르는 전류의 세기는 $\frac{1}{2}I$ 이다.
- ㄷ. B에 흐르는 전류의 방향만 반대가 되면 O에서 A, B에 흐르는 전류에 의한 자기장의 세기는 B_0 이 된다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄴ
- ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

329

그림과 같이 xy 평면에 고정된 원형 도선 P와 y 축에 나란한 무한히 긴 직선 도선 Q에 각각 일정한 전류가 흐르고 있다. P에 흐르는 전류의 방향은 시계 반대 방향이고, P의 중심인 점 O에서 자기장의 방향은 xy 평면에 수직으로 들어가는 방향이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 보기에서 있는 대로 고른 것은?

보기

- ㄱ. O에서 P에 흐르는 전류에 의한 자기장의 방향은 xy 평면에서 수직으로 나오는 방향이다.
- ㄴ. Q에 흐르는 전류의 방향은 $-y$ 방향이다.
- ㄷ. Q가 $x = -d$ 를 지나도록 y 축에 나란하게 고정하면 O에서 자기장의 방향은 xy 평면에서 수직으로 나오는 방향이다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
- ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

330

그림과 같이 종이면을 뚫고 지나가는 원형 도선 주변에 철가루들이 배열되어 있다. 원형 도선에는 세기가 I 인 일정한 전류가 화살표 방향으로 흐르고 있고, 점 O는 원형 도선의 중심인 종이면상의 점으로 O에서 자기장의 세기는 B 이다.



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

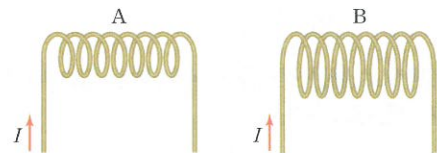
보기

- ㄱ. O 근처에서 철가루의 원자 자석은 $-x$ 방향으로 자기화된다.
- ㄴ. 원형 도선에 흐르는 전류의 세기가 $2I$ 가 되면 O에서 원형 도선에 흐르는 전류에 의한 자기장의 세기는 $2B$ 가 된다.
- ㄷ. 도선에 흐르는 전류가 0이 되면 O에서 자기장은 0이 된다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄴ
- ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

331

그림과 같이 단위 길이당 코일의 감은 수가 같은 솔레노이드 A, B에 같은 세기의 전류가 흐르고, 솔레노이드의 중심축은 일직선상에 놓여 있다. 솔레노이드의 지름은 B가 A보다 크다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 보기에서 있는 대로 고른 것은?

보기

- ㄱ. 솔레노이드 내부에서 자기장의 세기는 A가 B보다 크다.
- ㄴ. 솔레노이드 내부에서 자기장의 방향은 A와 B가 반대이다.
- ㄷ. A와 B 사이에는 서로 끌어당기는 자기력이 작용한다.

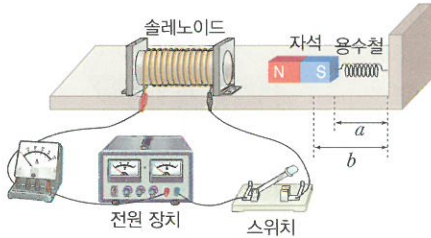
- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
- ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

STEP 2 학교 기출 문제로 내신 대비하기

332 서술형

난이도 상

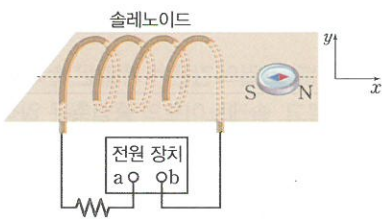
그림과 같이 솔레노이드, 자석, 용수철, 전원 장치, 스위치로 실험 장치를 구성하고 스위치를 닫아 솔레노이드에 전류를 흘려 주었더니, 용수철의 길이가 $b - a$ 만큼 늘어나 정지하였다.



전원 장치의 극만 반대로 연결하여 솔레노이드에 전류를 흘려 줄 때, 용수철의 길이 변화를 그 까닭과 함께 서술하시오.

333

그림은 일정한 전류가 흐르고 있는 솔레노이드의 오른쪽 수평면에 나침반을 올려놓았더니 나침반 자침의 N극이 +x 방향을 가리키고 있는 것을 나타낸 것이다. 나침반은 솔레노이드의 중심축에 놓여 있고, 솔레노이드의 중심축은 x축과 나란하며, a, b는 전원 장치의 극이다.



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

보기

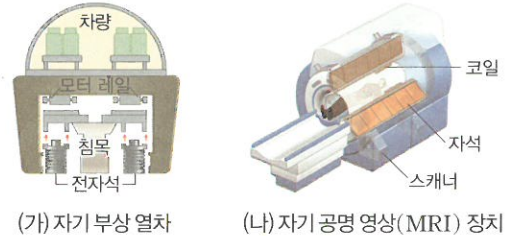
- ㄱ. a는 (+)극이다.
- ㄴ. 솔레노이드에 흐르는 전류의 세기가 커지면 나침반이 놓인 지점에서 자기장의 세기는 커진다.
- ㄷ. 솔레노이드의 단위 길이당 코일의 감은 수가 많아지면 나침반이 놓인 지점에서 자기장의 세기는 커진다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
- ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

2 전류의 자기 작용을 이용한 에너지 전환

334

그림 (가)와 (나)는 전류의 자기 작용을 이용한 장치를 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 보기에서 있는 대로 고른 것은?

보기

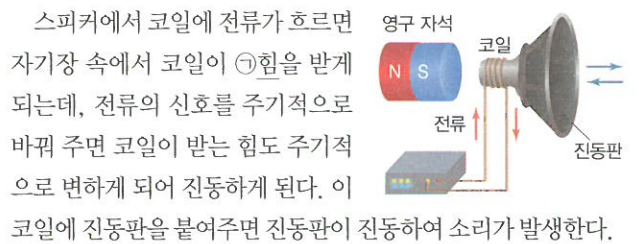
- ㄱ. (가)는 코일에 전류를 흘려 주면 전자석이 되는 것을 이용한다.
- ㄴ. (가)는 전자석과 레일 사이에 작용하는 힘으로 공중에 뜨게 된다.
- ㄷ. (나)는 초전도체로 만든 코일에 강한 전류가 흐를 때 내부에 강한 자기장이 생기는 것을 이용한다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
- ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

심고민을

335

다음은 스피커에 대해 조사한 내용을 나타낸 것으로, 그림은 스피커의 코일에 전류가 흐르는 어느 순간의 모습이다.



스피커에서 코일에 전류가 흐르면 자기장 속에서 코일이 ㉠힘을 받게 되는데, 전류의 신호를 주기적으로 바꿔 주면 코일이 받는 힘도 주기적으로 변하게 되어 진동하게 된다. 이 코일에 진동판을 붙여주면 진동판이 진동하여 소리가 발생한다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 보기에서 있는 대로 고른 것은?

보기

- ㄱ. 스피커는 전류의 자기 작용을 이용한 장치이다.
- ㄴ. ㉠은 영구 자석에 의한 자기장과 코일에 흐르는 전류에 의한 자기장의 상호작용으로 작용한 힘이다.
- ㄷ. 전류가 화살표 방향으로 흐를 때 영구 자석과 코일 사이에는 서로 밀어내는 힘이 작용한다.

- ① ㄴ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
- ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ