

20 년 월 일 요일

시간 : 장소 : 

 학교 학년 반

번 이름 :

전자석 대포



전류가 흐를 때에만 자기력을 갖는 전자석에 대해 알아보고 이 원리를 이용한 전자석대포를 만들어봅시다.

실험키트구성

미니튜브, 에나멜선, 네오디뮴자석, 빨대, 스위치, 커넥터, 커넥터용전선, 엔드캡, 칼라보드, 건전지, 전지끼우개, 양면테이프, 사포, 대포도안

준비물

셀로판테이프, 칼, 가위, 송곳

생각해보기



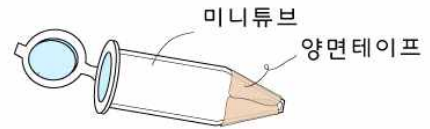
다음 자석에 자기력선을 표시해봅시다.



실험방법

[대포 몸체 만들기]

1. 미니튜브의 아래쪽에 양면테이프를 붙입니다.
2. 에나멜선의 양쪽 끝을 각각 약 10cm씩 남기고 그림과 같이 양면테이프를 붙인 미니튜브의 아래쪽에 모두 감아줍니다.
 - ▶ 에나멜선을 끊지 않고 모두 사용하세요.
 - ▶ 에나멜선을 감은 폭이 1cm를 넘지 않도록 좁게 감습니다.
 - ▶ 에나멜선을 감는 방향에 유의하세요. 그림의 방향과 똑같이 미니튜브를 잡은 후 감아주세요.



에나멜선을 시계방향으로 촘촘히 감습니다.

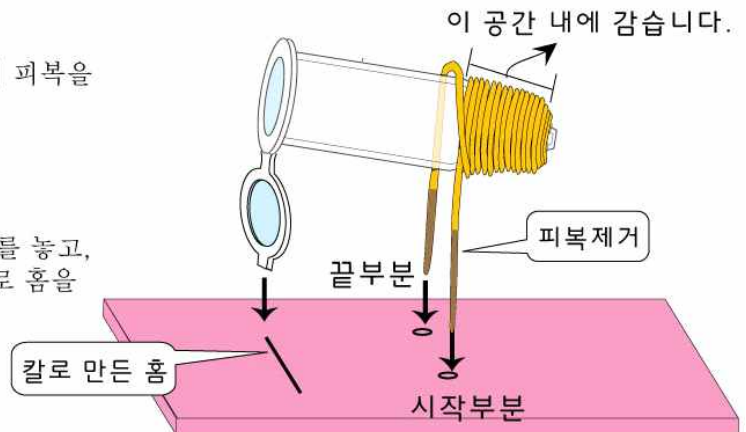


3. 셀로판테이프를 이용하여 감은 에나멜선을 고정합니다.

4. 남겨진 에나멜선의 양쪽 끝을 사포를 이용하여 피복을 완전히 제거하여 준비합니다.

▶ 양쪽 끝을 약 2cm 정도 벗겨냅니다.

5. 칼라보드의 중앙에 에나멜선을 감은 미니튜브를 놓고, 그림과 같이 미니튜브의 뚜껑이 끼워지도록 칼로 홈을 만듭니다.



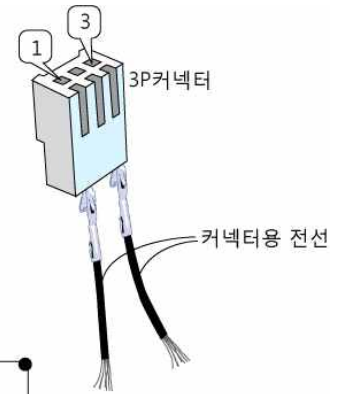
6. 홈에 미니튜브의 뚜껑부분을 끼웁니다.

7. 밀판에 끼워진 미니튜브의 양 옆으로 송곳을 이용하여 에나멜선이 들어갈 구멍을 만듭니다.

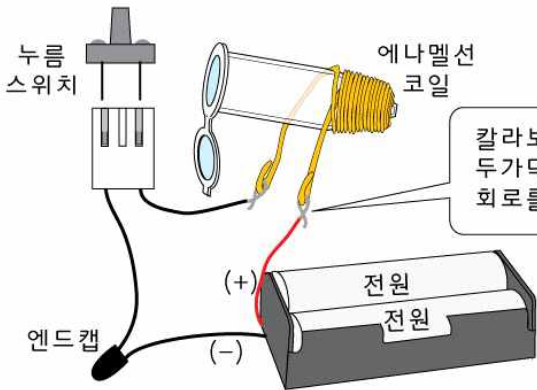
8. 남겨진 에나멜선의 양쪽 끝을 밀판 구멍에 각각 넣어 밀판 아래로 당겨 미니튜브를 고정시킵니다.

9. 스위치용 3P커넥터에 그림과 같이 검정 전선을 꽂습니다.

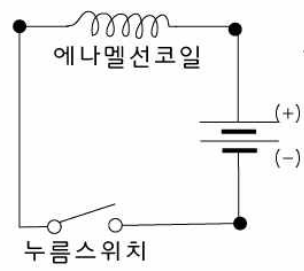
▶ 커넥터의 양 끝 (1, 3번 구멍)에 전선을 꽂습니다.
딸깍 소리가 날 때까지 밀어 꽂으세요.



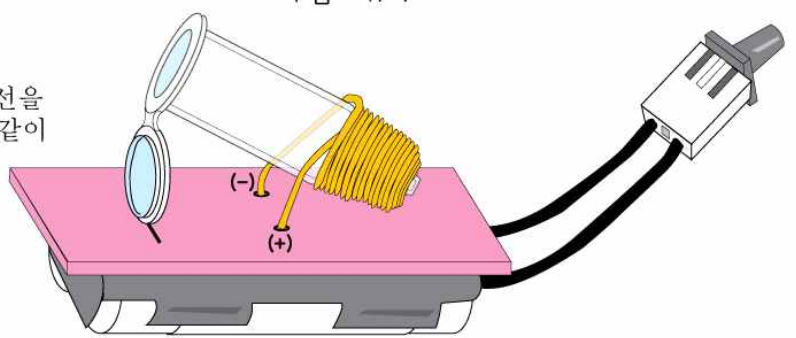
10. 그림과 같이 회로를 연결합니다.



칼라보드 아래로 나온 두가닥의 에나멜선과 회로를 연결합니다.



11. 칼라보드 아래에 연결된 에나멜선과 전선을 셀로판테이프로 잘 모아 정리하여 그림과 같이 뒤로 스위치가 오도록 고정합니다.



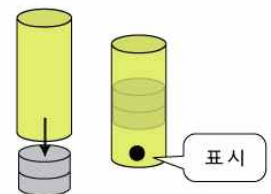
12. 전지끼우개를 칼라보드 아래 양면테이프로 붙여 고정합니다.

13. 전지의 빨간 전선에 연결된 에나멜선 코일 옆에 (+) 표시를, 스위치의 검정전선에 연결된 에나멜선 코일 옆에는 (-) 표시를 합니다.

[대포알 만들기]

14. 빨대를 길이 약 1.5cm로 자릅니다.

15. 네오디뮴자석 2개를 서로 붙여 바닥에 놓은 다음 잘라놓은 빨대를 썬위 빨대 끝에 꽂아 넣고, 송곳이나 볼펜 등으로 밀어넣어 자석이 빨대 중앙에 놓이게 합니다.

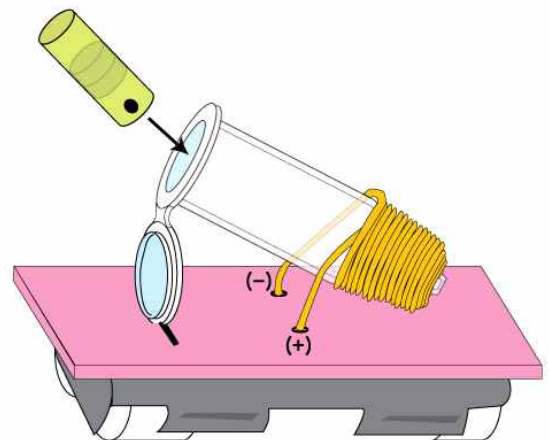


16. 자석을 넣은 빨대 한쪽 끝에 유성펜으로 표시를 합니다.

17. 표시된 부분이 안쪽으로 가도록 대포알을 대포 속에 넣고 스위치를 눌러봅니다.

대포알은 어떻게 되었습니까?

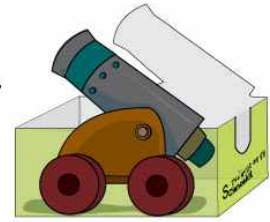
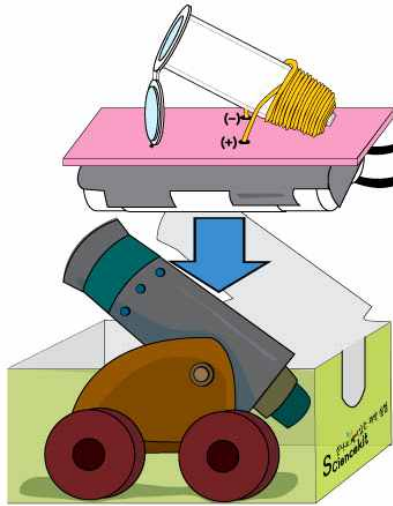
대포알을 반대로 넣고 스위치를 누르면 어떻게 됩니까?



[대포 도안 조립하여 상자 만들기]

18. 도안을 잘 뜯어내고 양면테이프를 네 군데에 붙인 후 잘 접어 상자를 완성합니다.

▶ 양면테이프는 반 잘라 네 군데에 붙입니다.



19. 상자 안에 대포 몸체를 넣습니다.

▶ 스위치와 연결된 전선은 상자 뒷부분의 홈으로 길게 빼 내어 정리하세요.

20. 완성된 전자석대포로 멀리 대포알을 날려봅시다.

▶ 20cm 이상 날아갈 수 있습니다.

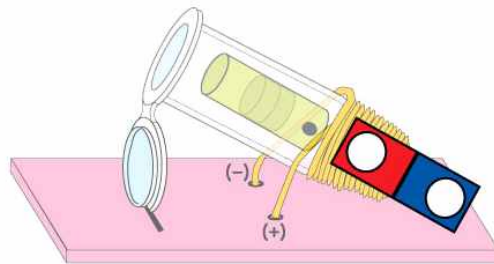
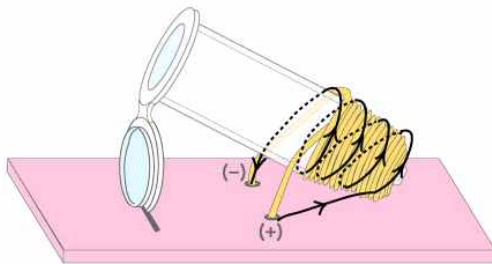
멀리 날아가게 하려면 어떻게 해야 하는지 생각하며 날려봅시다.

실험시 주의사항

1. 에나멜선을 절대 자르지 않고, 제공되는 양을 모두 촘촘히 감아 풀리지 않도록 잘 고정시킵니다.
2. 에나멜선의 양 끝 피복을 잘 벗겨야 전류가 잘 흘러 작동이 잘 됩니다.

확인학습

1. 코일에 전류가 흐르면 마치 코일 안에 자석이 있는 것처럼 자기력이 생깁니다. 아래 그림에 자기력선과 자극(N, S극)을 표시해 봅시다.



2. 대포알 속에 들어있는 네오디뮴 자석에는 N, S극 표시가 되어있지 않습니다. 대포알에 ● 표시한 쪽은 N극 일까요, S극 일까요?

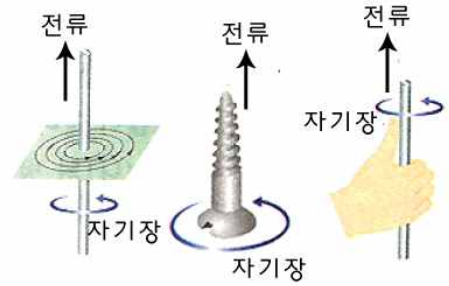
● 표시된 부분이 안쪽으로 가도록 넣었을 때 대포알이 멋지게 날아가면 _____ 극
 대포알이 날아가지 않으면 _____ 극

대포알에 N극과 S극을 유성펜으로 표시하고 예쁘게 꾸며 봅시다.

3. 대포알이 더 강력하게 멀리 나아가려면 어떻게 해야 할까요? 자유롭게 써 봅시다.

원리학습

자석 주위에 철로 된 물질이나 또 다른 자석을 놓으면 서로의 힘이 작용하는 것을 알 수 있는데 이러한 힘을 **자기력**이라 하고 자기력이 작용하는 공간을 **자기장**이라 합니다.

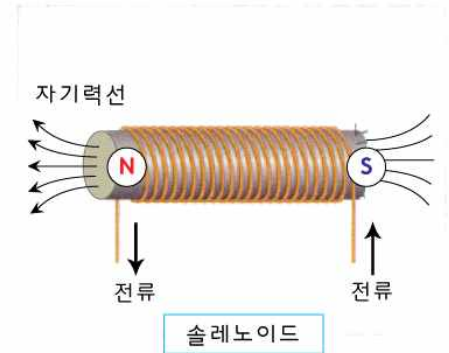


프랑스의 과학자 **앙페르 (Ampere)** 는 전류가 흐르는 도선 주위에도 동심원 모양의 자기장이 형성되는 것을 발견하였습니다. 전류가 흐르는 도선 위에 나침반을 놓으면, 나침반의 자침이 움직이는 것을 보고 알 수 있습니다.

자기장의 크기는 도선에 흐르는 전류의 세기와 비례하며, 오른손 엄지를 펴서 전류의 방향을 가리킬 때 나머지 네 손가락이 구부러지는 방향이 자기장의 방향이 됩니다. 이 법칙을 **앙페르의 법칙(오른나사의 법칙)**이라고 부릅니다.

전류와 자기장의 관계를 이용하여 만든 자석을 **전자석**이라 합니다. 가장 간단한 형태의 전자석은 도선을 촘촘하고 균일하게 원통형으로 감은 (코일) 솔레노이드입니다.

솔레노이드에서는 전류를 흘리면 각각의 도선에서 자기장이 작용하여 원통의 내부에서 균일한 자기장을 가지게 되는데, 이 때 자기장의 크기는 전류의 크기에 비례하고, 단위 길이당 감은 수에 비례합니다.



솔레노이드 내부 자기장의 방향은 코일에 전류가 흐를 때 그림과 같이 형성됩니다.

우리가 만든 전자석 대포 내부에도 스위치를 누르면 같은 자기장이 형성되어 대포알을 척력으로 밀어내는 것이지요.

전기에너지를 자기에너지로 바꾸므로 에너지 변환장치라 할 수 있는 솔레노이드는 전류의 세기를 조절하여 자기장의 세기를 조절할 수 있는 전자석이 됩니다.

이 성질을 이용하여 재활용 쓰레기장에서 철제품만을 분리할 때에도 사용 되며, 압축공기의 유압을 제어하여 자동으로 문을 열고 닫는 버스의 개폐문이나 버튼을 눌렀다 놓을 때 흐르는 전류를 이용하여 종소리를 내는 초인종 등 실생활 여러곳에 사용되고 있습니다.

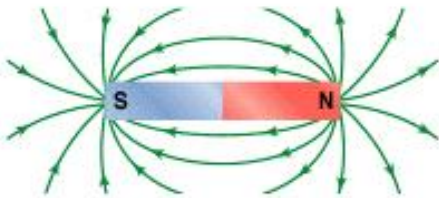
느낀점

■ 교사용 실험 자료실 ■

실험 제목	전자석대포		실험 원리	전류에 의한 자기장의 이해	
실험 시간	40분	실험 분야	물리	실험 방법	개별 실험
세트구성물	미니튜브, 에나멜선, 네오디뮴자석, 빨대, 양면테이프, 칼라보드, 스위치, 전지키우개, 건전지, 3P콘넥터, 콘넥터용 전선, 사포, 엔드캡				
교사준비물			학생준비물	가위, 칼, 송곳, 꾸미기도구, 투명셀로판테이프	
실험 결과	전자석대포 1개를 가지고 갑니다.				
실험팁	<p>TIP 1. 콘넥터를 조립할 때는 방향에 유의하여 전선을 끼우고, 딸깍 소리가 날 때까지 끼웁니다. 반대로 당겨보아 빠지지 않아야 합니다.</p> <p>TIP 2. 에나멜선을 감을 때, 최대한 촘촘히 감습니다. 제공된 에나멜선을 자르지 말고 모두 감아야 합니다.</p> <p>TIP 3. 에나멜선을 감을 때, 감은 에나멜선을 EVA보드에 통과시킬 때 감는 방향과 전극이 바뀌지 않도록 주의하세요.</p> <p>TIP 4. 송곳을 사용할 때 다치지 않도록 주의합니다.</p>				

생각해보기

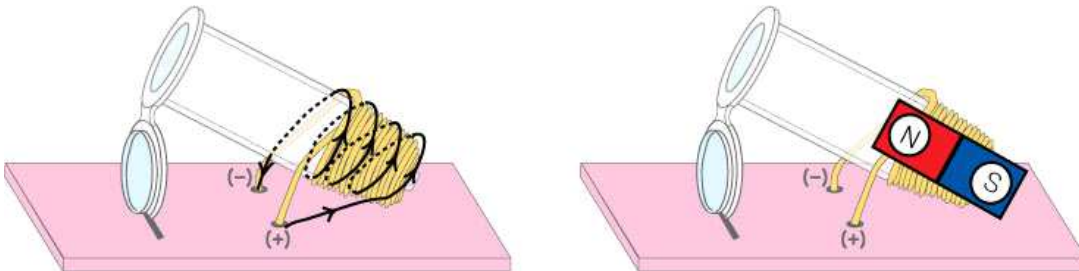
다음 자석에 자기력선을 표시해봅시다.



확인학습

1. 코일에 전류가 흐르면 마치 코일 안에 자석이 있는 것처럼 자기력이 생깁니다.

아래 그림에 자기력선과 자극(N, S극)을 표시해 봅시다.



2. 대포알 속에 들어있는 네오디뮴 자석에는 N, S극 표시가 되어있지 않습니다.

대포알에 ●표시한 쪽은 N극 일까요, S극 일까요?

●표시된 부분이 안쪽으로 가도록 넣었을 때 대포알이 멋지게 날아가면 **N**극
대포알이 날아가지 않으면 **S**극

3. 대포알이 더 강력하게 나아가려면 어떻게 해야 할까요? 자유롭게 써 봅시다.

에나멜선을 더 촘촘히, 길이는 더 길게, 전압을 크게 하며, 사용되는 자석의 힘은 더 크고, 무게는 가볍게 합니다.

전자석 [電磁石, electromagnet]

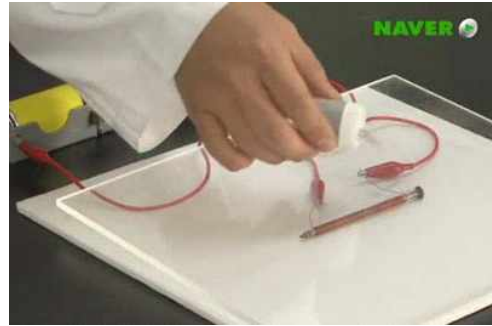
전류의 공급과 상관없이 항상 자기(磁氣)를 유지하는 영구자석과 구분된다. 도선에 전류가 흐르면 도선 주위에 동심원 모양의 자기장이 형성된다. 이러한 원리를 이용하여 영구자석으로는 얻을 수 없는 매우 강력한 자기장을 얻을 수 있다. 전자석의 철심은 어느 정도 자기화가 진행되면 전류를 더 높여도 더 이상 자기화가 진행되지 않는다. 이를 자기포화(磁氣飽和)상태라고 한다.

전자석은 전류를 인위적으로 조정하여 비교적 쉽게 자기장의 세기를 바꿀 수 있다. 그래서 통신기의 계전기부터 1t(톤) 이상의 무거운 재료를 끌어올리는 전자석식 기중기까지 널리 이용된다.

가장 간단한 형태의 전자석은 원통 모양의 철심(鐵心)에 코일을 감아서 만든 솔레노이드다. 원통형으로 감은 코일에 전류를 흘리면 자기장이 형성되며, 그 속에 철심을 넣으면 더 강한 자기장을 얻는다. 솔레노이드는 제조과정도 간단하고 경제성이 있어 일상 생활용품, 사무용품, 자동차부품 등 다양한 분야에 쓰인다.

철심을 이용한 전자석으로 얻을 수 있는 자기장의 세기에는 한계가 있다.

전류를 증가시켜도 자기포화상태에 도달하면 더 이상 자기화가 되지 않기 때문이다. 이러한 결점을 보완하기 위하여 연구되는 것이 초전도(超電導)자석이다. 초전도자석은 초전도체로 만든 도선으로 솔레노이드를 만들어 헬륨이 액체가 되는 매우 낮은 온도에서 아주 강한 자기장을 발생시킬 수 있다. [출처] 전자석 [電磁石, electromagnet] | 네이버 백과사전



솔레노이드 [solenoid]

도선을 촘촘하고 균일하게 원통형으로 길게 감아 만든 기기이다. 에너지변환장치 및 전자석으로 이용될 수 있다.

솔레노이드 내부의 자기장

외르스테드(Hans Christian Oersted)는 실험을 통해 전류가 흐르는 도선 주위에 자기장이 형성됨을 밝혔다. 도선을 나선형으로 촘촘하고 균일하게 원통형으로 길게 감아 만들어서 전류를 흘리면 원통의 외부에서는 자기장이 거의 0이고 내부에는 비교적 균일한 크기의 자기장이 형성된다. 이때 내부자기장의 크기는 전류의 크기에 비례하고 단위 길이당 감은 수에 비례한다.

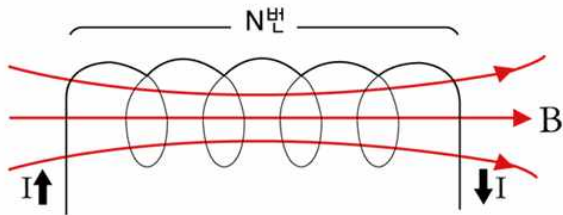
전기에너지를 자기에너지로 바꾸므로 에너지변환장치라 할 수 있고, 전류의 세기를 조절하여 자기장의 세기를 조절할 수 있는 전자석이 될 수 있다.

실생활 속에서의 솔레노이드

솔레노이드에 전류가 흘러 자기장이 형성되면 근처의 철제 물체를 끌어당긴다. 이 성질을 이용하면 관의 개폐를 전기적 신호로 제어할 수 있는 밸브를 만들 수 있다. 압축공기의 유압을 제어하여 자동으로 문을 열고 닫는 버스의 개폐문이나 정수기에서 쓰이는 자동 냉·온수 잠금장치 등이 이러한 솔레노이드 밸브를 사용하고 있다. 또한 버튼을 눌렀다 놓을 때 흐르는 전류를 이용해 철제 종을 쳐서 소리를 내는 현관문의 알람벨도 솔레노이드의 특성을 적절히 이용한 예다.

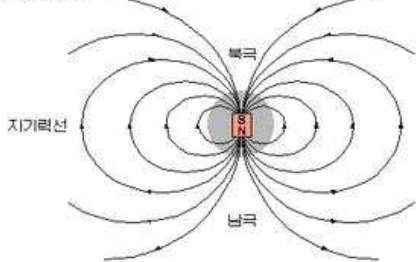
[출처] 솔레노이드 [solenoid] | 네이버 백과사전

©EnCyber.com



자기장 [磁氣場, magnetic field]

지구의 자기장



지구는 그 중심에 크어 붉은 핵(鐵核)을 품어 둔 것 같은 자기장을 가지고 있다. 북으로부터 지구로 흘러드는 하전입자는 이 자기력선에 휘둘린다. © www.encyber.com

간의 자기적 특성인 자기투자율이다.

자기장의 방향은 자기장 내에 있는 나침반 자침의 N극이 받는 힘의 방향이다. 자기장은 자기력선으로 표현할 수 있는데, 자기장 내의 나침반 자침의 N극이 가리키는 방향을 따라 이동하면 하나의 곡선이 그려진다. 이 선을 자기력선이라고 하며, 자기력선의 방향은 N극에서 나와 S극을 향하고, 닫힌곡선이다. 자기력선은 도중에 끊어지거나 서로 엇갈리지 않으며, 자기력 선

자석이나 전류, 변화하는 전기장 등의 주위에 자기력이 작용하는 공간으로, 자계(磁界) 또는 자장(磁場)이라고도 한다.

자석이나 전류 또는 시간에 따라 변화하는 전기장에 의해 그 주위에 자기력이 작용하는 공간을 만든다. 그 공간을 자기장이라고 한다. 자기장은 운동하는 전하에 영향을 미치며, 운동하는 전하는 자기장을 발생시킬 수 있다.

자기장은 크기와 방향을 갖는 벡터량으로 그 크기는 자기장H(자계강도) 또는 자기장B(자속밀도)로 나타낸다. 자기장 H는 자기장이 있는 공간의 자기적 특성을 생각하지 않는 양이며, 자기장 B는 자기적 특성을 생각한 양으로 자기력을 계산할 때 직접 사용되는 양이다. 자기장 H와 자기장 B는 $B=\mu H$ 의 관계가 있다. μ 는 자기장이 놓여진 공

위의 한 점에서의 접선의 방향이 그 점에서의 자기장의 방향이다.

자기력선의 밀도는 자기장의 세기를 나타낸다. 자기력선의 간격이 좁아질수록 자기장의 세기가 세다. 자석의 양쪽 자극에서 자기력선의 밀도가 높고, 자극으로부터 점차 멀어지면 자기력선의 밀도가 낮다. 흰 종이 아래 자석을 놓고, 종이 위에 쇠가루를 뿌리면 자기력선을 간접적으로 볼 수 있다.

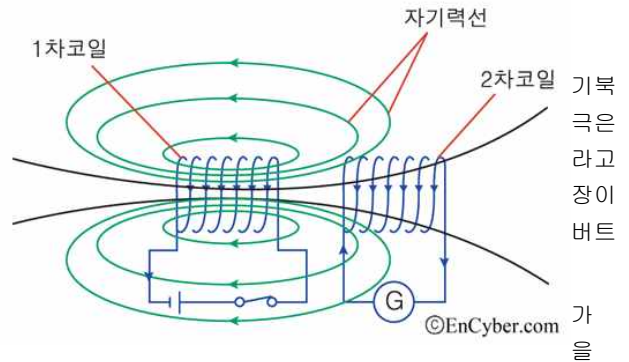
단위 면적을 지나는 자기력선의 수(자속, 자기선속)가 자기장 B이다. 자기장 B의 단위는 T(tesla, 테슬라)이다. 자기선속은 Φ (파이)로 표시하며 그 단위는 웨버(Wb)이다. 따라서 자기선속과 자기력은 다음의 관계에 있다.

$$B = \frac{\Phi}{S}, \quad 1T = 1Wb/m^2$$

주위에 다른 영향을 주는 자기력이 없는 경우 나침반의 N극은 자극을 가리킨다. 막대 자석의 중심을 실을 매고 공중에 매달아도 N북쪽을 향하게 된다. 이를 통해 지구 자체를 하나의 커다란 자석이 생각할 수 있다. 이러한 지구자기에 의해 형성된 자기장을 지구자기라고 하며 1600년경 영국 엘리자베스 1세 여왕의 궁중 의사였던 길(William Gilbert)에 의해 발견되었다.

전류가 흐르는 도선 주위에는 항상 자기장이 형성된다. 이는 전류가 흐르는 도선 위에 나침반을 가져다 놓았을 때, 자침이 움직이는 것을 보고 알 수 있다. 이와 같이 전기장과 자기장은 상호작용하며, 이 원리는 발전기, 전동기 등에 널리 이용된다.

또한 강한 자기장은 분해능과 안전성에 있어 X선보다 우수한 자기공명 영상장치(MRI)에 이용되어 인체를 조사하는데 사용되기도 한다.



전류에 의한 자기장

전류가 흐르는 도선 주위에는 항상 자기장이 형성된다. 이는 전류가 흐르는 도선 위에 나침반을 가져다 놓았을 때, 자침이 움직이는 것을 보고 알 수 있다. 전류가 흐르는 방향이 변하면 자기력선의 모양은 그대로 유지되지만 자기장의 방향은 변한다.

직선으로 된 도선을 흐르는 전류 주위에는 도선을 중심으로 동심원 모양의 자기장이 생긴다. 이때 자기장의 방향은 [오른나사의 법칙\(양페르의 법칙\)](#)에 의해 정한다. 전류의 방향으로 엄지 손가락을 향하고 나머지 네 손가락으로 도선을 감아줬을 때 네 손가락이 감기는 방향이 자기장의 방향이 된다. 그리고 자기장의 크기(B)는 도선에 흐르는 전류의 세기(I)에 비례하고, 도선으로부터의 거리(r)에 반비례한다.

$$B = k \frac{I}{r} = 2 \times 10^{-7} \cdot \frac{I}{r}$$

[비례상수](#) k는 전류 주위의 물질의 투자율에 따라 다르다. [강자성체](#)가 아닌 대부분의 경우 이 값은 진공에서의 값과 거의 같은 값인 $2 \times 10^{-7} Wb/A \cdot m$ 이다. 자기장 B의 단위는 T(tesla, 테슬라) 또는 G(gauss, 가우스)를 사용한다.

직선도선을 휘어 동글게 만들어 전류를 흐르게 한 경우에 생기는 자기장은 매우 짧은 직선 도선의 모임이라고 생각했을 때 생기는 자기장을 모으면 된다. 따라서 그 방향은 [직선 전류](#)에 의한 자기장의 방향을 찾는 것과 마찬가지로 [오른나사](#) 법칙을 사용할 수 있다. [원형전류](#)의 중심에서의 자기장의 방향은 전류의 방향으로 오른손의 네 손가락이 감기도록 했을 때 엄지손가락의 방향이다.

원형전류 중심에서의 자기장의 크기(B)는 직선전류와 마찬가지로 구할 수 있으며, 같은 도선을 n번 감은 경우 ni의 전류가 흐르는 원형전류로 생각할 수 있으므로, 자기장의 크기도 한번 감았을 때의 n배가 된다.

긴 원통에 원형의 도선을 여러 번 감은 것을 [솔레노이드\(solenoid\)](#)라고 하며, 솔레노이드를 구부러 반지 모양으로 만든 것은 [토로이드\(toroid\)](#)라고 한다. 솔레노이드 내부에 철심을 넣으면 [전자석](#)이 되는데, 이 전자석은 [영구자석](#)과 달리 전류가 흐를 경우에만 자기장이 형성되므로 [초인종](#), [경보기](#), 전화기, 모터, 발전기, [변압기](#), 전자석 [기중기](#)와 같이 전류의 자기 작용을 이용한 기구들에 이용한다. 토로이드 역시 발전기, 변압기 등에 이용이 되며 특히 [핵융합 발전](#) 반응로인 토카마크에 이용한다.

[출처] [전류에 의한 자기장](#) | 네이버 백과사전

오른나사의 법칙 [right handed screw rule]

직선 도선에 흐르는 전류의 방향과 도선 주위의 자기장의 방향의 관계를 오른나사의 진행방향과 회전방향의 관계에 대응시키는 법칙이다.

전류가 흐르는 도선 주위에 형성되는 자기장의 방향과 이때의 전류 방향은 서로 평행한 방향을 가리킬 수 없다. 만일 전류가 직선으로 흐르면 자기장은 그 주변에 원형으로 생긴다. 이 두 방향 사이에는 오른나사의 회전방향과 진행방향 사이의 관계

와 동일한 관계가 있다. 흐르는 직선 전류의 방향을 오른나사의 진행방향에 대응시켰을 때, 주변에 형성되는 자기장의 방향은 이때의 오른나사의 회전방향에 대응된다. 이러한 대응 관계를 오른나사의 법칙이라고 한다.

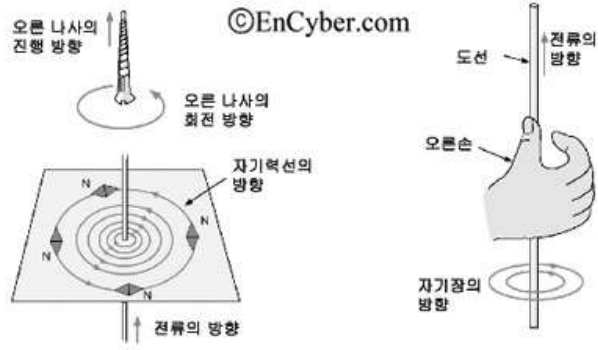
또는 오른손법칙이라고 하는데 오른손 엄지가 전류의 방향을 가리키도록 하면 나머지 손가락으로 도선을 감싸듯이 쥐는 것처럼 돌아가는 방향의 원형 자기장이 형성된다. 즉, 엄지손가락의 방향은 오른나사의 진행방향에, 나머지 감싼 손가락의 방향은 오른나사의 회전방향에 대응된다.

전류가 직선으로 흐르지 않고 임의의 폐곡선 따라 흐를 때에도 폐곡선 상의 작은 도선 요소(element)에 대해서 오른손법칙을 적용할 수 있다. 들어, 원형 도선에 일정한 전류가 흐를 때에 가으로 원형도선을 일정한 길이로 잘게 나누는 것 생각하면 작은 도선 요소에 대해서는 마치 전류 직선으로 흐르는 것처럼 볼 수 있다. 따라서 각 한 크기의 도선 요소에 대해서는 오른손 법칙이 된다.

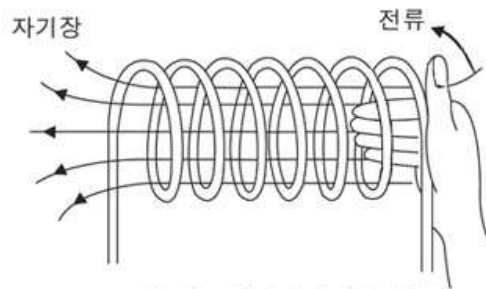
임의의 폐곡선을 따라서 전류가 흐를 때에는 장의 방향과 크기를 함께 고려하여 중첩(perposition)하면 모든 점에서의 자기장을 알 수 다. 이는 비오사바르의 법칙으로 정식화된다.

원형도선의 중심에 대해서는 전류의 방향으로 를 뺀 나머지 손가락을 감을 때, 엄지손가락이 키는 방향으로 자기장이 생긴다. 이를 원형도선 대한 오른나사의 법칙이라고 부르기도 한다.

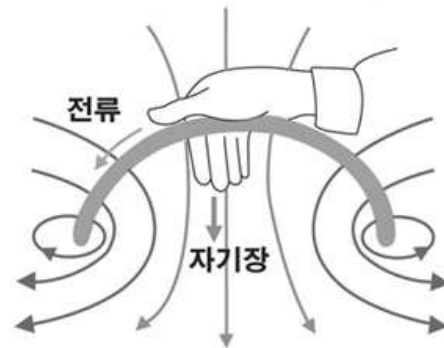
[출처] 오른나사의 법칙 [right handed screw] | 네이버 백과사전



<직선도선 주위의 자기장의 방향>



<코일도선 주위의 자기장의 방향>



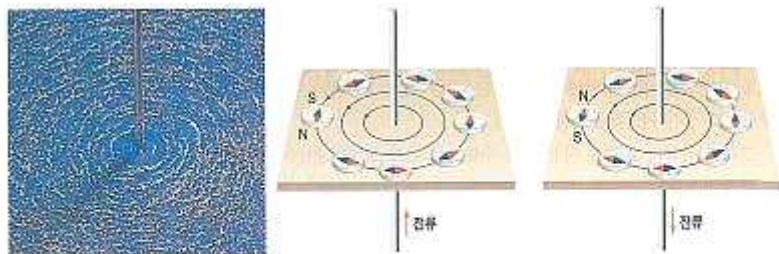
<원형도선 주위의 자기장의 방향>

앙페르의 법칙 Ampère's law

전류와 자기장의 관계를 나타내는 법칙으로 명은 Ampere's law이다. 전류에 의해 형성된 자에서 단위자극이 움직일 때 필요한 일의 양은 자극의 경로를 통과하는 전류의 총합에 비례한 이 때 자기장의 방향은 오른손의 법칙을 통해 구할 수 있다.

A.M.앙페르가 발견하였다. 닫힌 원형회로에서 전류가 이루는 자기장에서 어떤 경로를 따라 단극(單位磁極)을 일주(一周)시키는 데 필요한 일 양은, 그 경로를 가장자리로 하는 임의의 면을 하는 전류의 총량에 비례한다. 비례상수는 SA단위계에서는 1이고, 가우스단위계에서는 4π 는 광속도)이다. 식으로 나타내면 $\oint Hs ds=k\sum I$ 가 된다(좌변은경로 s 방향으로 자기장의 성분 Hs를 따라 일주한 적분, $\sum I$ 는 전류의 총량, k는 비례상수). 한편 앙페르가 발견한 전류의 방향과 자기장의 방향과의 관계를 나타내는 '오른나사의 법칙'을 앙페르의 법칙이라고도 한다. 자기장의 방향을 오른나사의 회전방향으로 잡으면 전류의 방향이 나사의 진행방향이 된다.

[출처] 앙페르의 법칙 | 네이버 백과사전



을
(ele
예를
상적
을
가
미소
적용

자기
(su
있

엄지
가리
에

rule

원어
기장
단위
다 .
쉽게

의
위자
의
관통
M K
/c(c