

주제2

고리 모양으로 감은 에나멜선 주위에서 나침반 방향 관찰하기

차시	2/9 차시		
교과서	78~79쪽	실험 관찰	57쪽

학습 목표

- 개념 영역** ● 고리 모양으로 감은 전선에 전류가 흐르면 (전)자석 역할을 한다는 것을 알 수 있다.
- 과정 영역** ● 고리 모양으로 감은 전선이 자석 역할을 하는 것을 나침반을 이용하여 설명할 수 있다.

 교과서

고리 모양으로 감은 에나멜선에 전지를 연결하고 나침반을 가까이 가져가 봅시다.



고리 모양으로 여러 번 감은 에나멜선 주변에서 나침반 바늘이 어떻게 움직일까요? 자신의 생각을 이야기하여 봅시다. 그리고 실제로 연결하여 봅시다.

고리 모양으로 감은 에나멜선 만들기

① 나침반 또는 작은 상자에 에나멜선을 여러 번 감습니다.	② 에나멜선이 풀리지 않도록 테이프를 붙입니다.	③ 감은 에나멜선을 평평한 곳에 고정시킵니다.	④ 전지에 연결하기 전에 나침반의 바늘과 에나멜선의 나란 하도록 놓습니다.
----------------------------------	----------------------------	---------------------------	-------------------------------------------



⑤ 전지에 연결한 후, 나침반을 에나멜선 가까이 가져옵니다.

⑥ 전구와 스피커를 같이 사용할 수도 있습니다.

에나멜선에 전지의 극을 바꾸어 연결하면 어떻게 될까요? 나침반 바늘이 움직이는 것을 보고, 고리 모양으로 감은 에나멜선의 어느 쪽이 N극인지 알 수 있습니까?

전지의 극을 바꾸어 연결하면.....



에나멜선에 전지의 극을 바꾸어 연결하면, 나침반 바늘의 방향이 달라지는 까닭이 무엇인지 서로 토의하여 봅시다.

실용가늌

도선에 전류를 흐르게 하고 철가루를 뿌리면 다음과 같이 됩니다. 막대 자석 주변에 놓여진 철가루의 모양과 비교하여 봅시다.



학습 개요

1. 직선 전선과 고리 모양 전선의 자기력 예상하기

• 전선을 여러 번 감은 이유를 설명해 보고, 나침반 바늘의 움직임 예상해 보기



2. 고리 모양으로 감은 전선 주위의 나침반 바늘 관찰하기

• 관찰한 나침반 바늘의 움직임을 근거로 고리 모양 전선 양쪽의 극 알아보기



3. 고리 모양으로 감은 전선에서 전류 방향에 따른 자기력 방향 관찰하기

• 전류의 방향을 바꾸었을 때의 나침반 바늘의 움직임을 예상하고 관찰하기

실험 관찰

고리 모양으로 감은 에너셀선 주위에서 나침반 방향 관찰하기 78~79쪽

- 나침반 바늘이 움직이는 방향 예상하기
- 나침반의 위 또는 아래에서 흐르는 전류 때문에 바늘이 움직이는 방향 표시하기

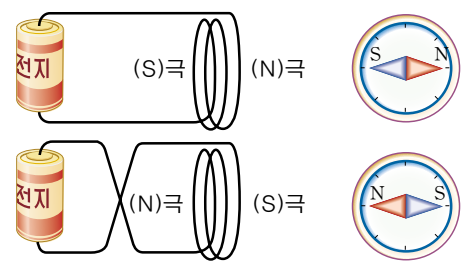
나침반 위에서

나침반 아래에서

- 나침반 위의 전류와 아래의 전류는 나침반 바늘을 (같은, 반대) 방향으로 움직인다.
- 여러 번 감은 에너셀선에 전지를 연결할 때 생기는 자기력의 방향
- 나침반 바늘이 가리키는 방향 표시하기
- 에너셀선 주위에 N, S극 표시하기

57

나침반 위의 전류와 아래의 전류는 나침반 바늘을 (같은, 반대) 방향으로 움직인다.



준비물

에나멜선(1m내외/모듬)

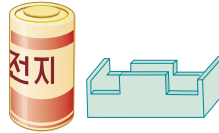


나침반(1개/모듬)

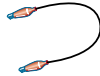
소켓에 끼운 전구(1개/모듬)



DM 사이즈 전지 1.5V
와 전지 끼우개, 스위치(1개/모듬)



집게 전선(4개/모듬)



알코올 램프, 칼 또는 사포(1개/모듬)

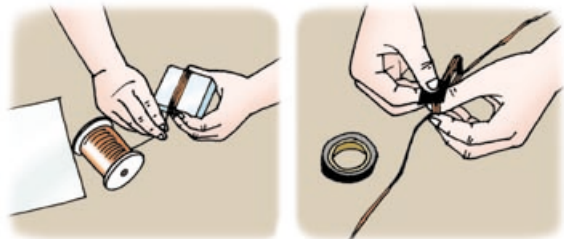
탐구 활동 과정

1. 전류가 흐르는 직선 전선 주변에 나침반을 가까이 하면 바늘의 움직임은 어떠한가? 나침반에 전선을 여러 번 감고 전류를 흐르게 하면, 나침반 바늘의 움직임은 어떠할지 예상한다.

서로 반대 방향인 위와 아래의 전류가 같은 방향으로 바늘을 움직이게 해서 선 자기력을 발생시킬 수 있다

2. 나침반의 바늘이 가리키는 방향을 관찰한다. 막대 자석 주변의 나침반 바늘이 가리키는 방향과 철가루의 모양에서 공통점을 찾아본다.

테이프는 자기력에 영향을 주지 않는다.

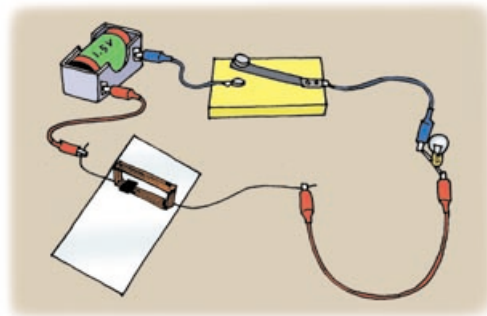


3. 고리 모양으로 감은 에나멜선을 평평한 곳에 세워 고정시킨다.



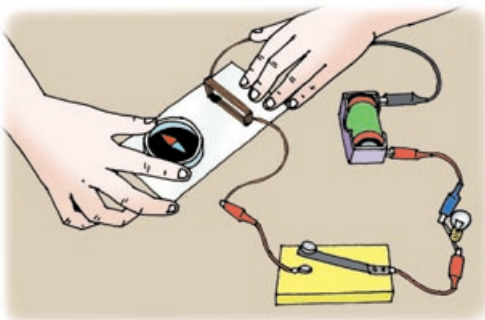
나란하게 놓으면 나침반 바늘이 많이 돌아간다.

4. 전지, 전구, 스위치를 이용하여 회로를 구성한다.



전구를 연결하면 전류가 흐르는 지 확인하기 쉽다.

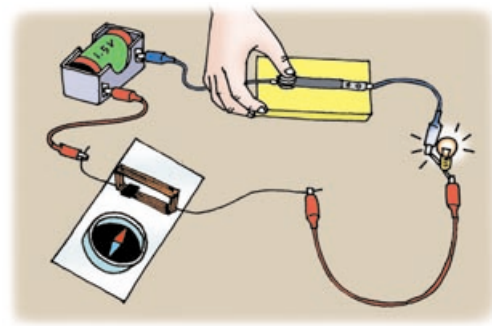
5. 나침반의 바늘과 에나멜선이 나란하도록 놓는다.



고리의 양쪽면은 막대 자석의 두 극과 같이 작용한다는 것을 확인할 수 있다.

6. 스위치를 닫은 후, 바늘이 움직임을 관찰한다. 실험 전 자신의 예상과 비교한다.

에나멜선을 감은 고리의 양쪽면이 막대 자석의 두 극과 같이 작용하여 나침반의 바늘이 90° 이내에서 회전한다.





7. 고리 모양의 에나멜선에 전지의 극을 바꾸어 연결했을 때의 나침반 바늘의 움직임을 예상한다.



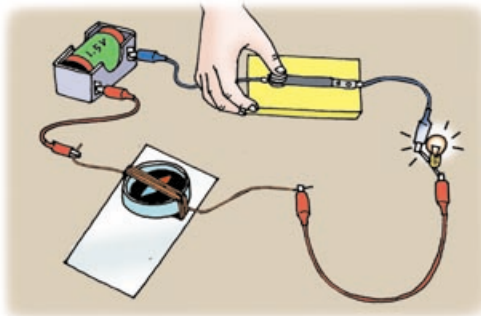
전지 방향을 바꾸면 전류의 방향도 바뀐다.

나침반 바늘이 반대 방향으로 움직이고, 전구의 밝기에는 아무런 변화가 없을 것이다.

8. 전지를 반대로 연결한 다음, 나침반 바늘의 움직임을 관찰한다. 실험 전 자신의 예상과 비교한다. 전지를 반대로 연결했다는 것은 무엇을 의미하는지 토의한다.



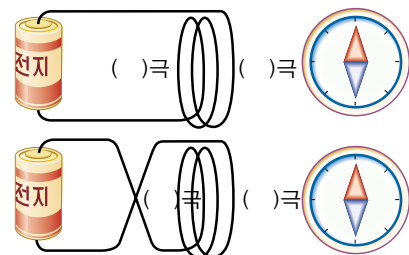
9. 나침반에 직접 에나멜선을 감아서 8번 실험을 반복하여 결과를 비교한다.



두 실험 결과를 비교하여, 전류의 방향이 달라지면 자기력의 방향이 달라진다는 것을 이해시킨다.

10. 고리를 원형으로 만들어 전류를 흐르게 하고, 나침반의 바늘 움직임을 실험 관찰 57쪽에 기록한다.

고리의 모양에 관계없이 고리는 자석과 같은 역할을 한다. 실제로는 전선을 꼬는 대신 전지의 극을 바꾸어 실험한다.

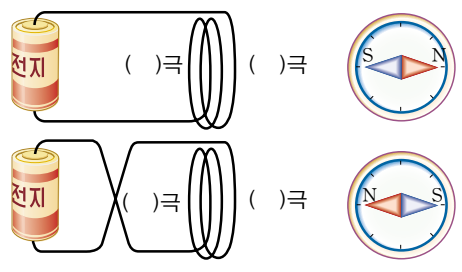


 정리

1. 직선 전선보다 고리 모양으로 여러 번 감은 전선 주변에 더 큰 자기력이 생긴다.
2. 전류의 방향이 반대가 되면 나침반 바늘이 반대 방향으로 움직이게 된다.
3. 고리 모양으로 감은 전선은 막대 자석과 같은 역할을 할 수 있다.

 평가

1. (1) 나침반에 전선을 고리 모양으로 감았을 때 나침반 아래 위의 전류의 방향은 어떠한가?
()극 ()극
- (2) 각각의 경우에 나침반의 바늘이 돌아가는 방향은 (같다 , 반대이다).
2. 전선 주위의 나침반의 모양이 다음 그림과 같다. 나침반의 바늘을 보고 에나멜선 주위에 N, S극을 표시해 보시오.

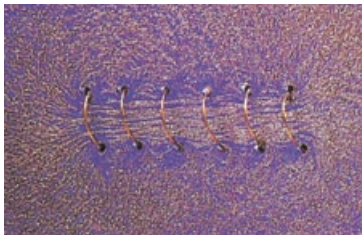
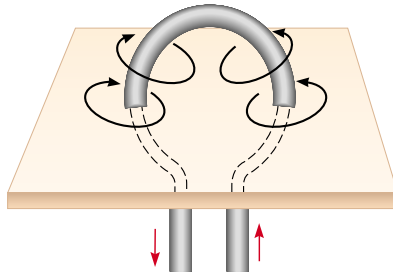
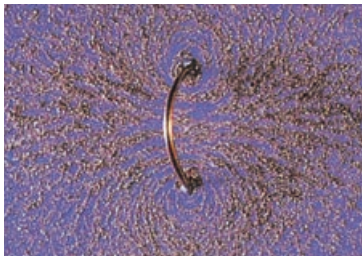


정답 1. (1) 서로 반대 방향 (2) 같다.

2.

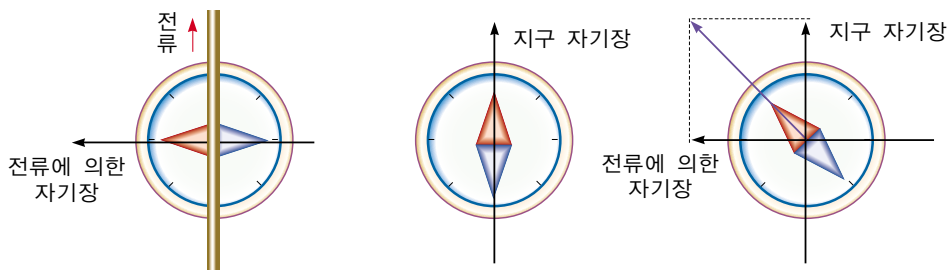
고리 모양 전류와 자기력의 방향

전류 주변에 나침반을 놓고 자침의 방향을 살펴보면, 자기력의 방향을 알 수 있다. 전극을 반대로 하여, 전류 방향을 바꾸면 나침반 자침 방향도 반대가 된다. 만일 동그란 고리 모양의 전선을 관찰하면, 자기장의 형태는 어떻게 될까? 이 때 각 부분의 자기력선을 합하면, 고리 안쪽에서 솟구쳐 바깥으로 감겨 드는 다발 형태로 보인다(그림 1). 고리를 하나 더 만들어 두 겹으로 하면 고리 안의 자기장 다발은 두 배로 뻥뻥해질 것이다. 감은 고리의 수가 많아지면 자기력선도 이에 비례해서 늘어나 자기장이 더욱 강해진다(그림 2). 일반적으로 전류와 자기력 사이의 관계는 오른 나사의 법칙으로 간편하게 알아낸다. 직선 전류에서는 엄지가 전류의 방향이며, 나머지 손가락은 자기력선 방향을 가리킨다. 원형 전류에서는 그와 반대로 엄지가 자기력의 방향이며, 나머지 손가락이 전류가 도는 방향이다. 이 때 엄지와 나머지 손가락이 가리키는 평면은 서로 수직이며, 이 둘이 한 평면 위에 있는 것이 아님을 유의해야 한다.



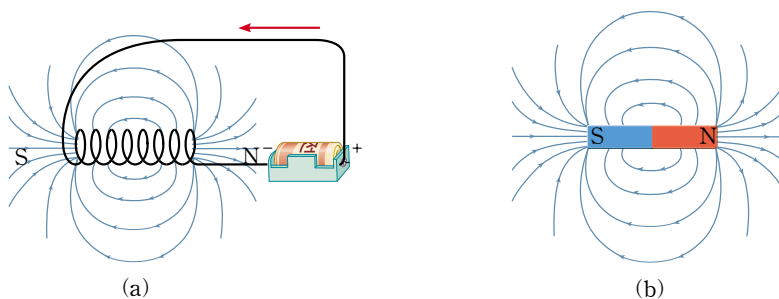
1. 나침반 바늘이 반쯤만 돌아가는 이유는?

전선을 나침반 바늘 위에 나란히 겹쳐 놓고 전류를 세계 하여도 자침은 대개 90° 까지 회전하지 않고 반쯤만 돌아간다. 만일 전류에 의한 자기장만 나침반에 영향을 미친다면 바늘은 남북 방향에서 동서 방향으로 완전히 90° 돌아갈 것이다. 그런데 실제로는 전류가 만드는 자기장과 직각 관계에 있는 지구 자기장도 여전히 나침반에 힘을 미친다. 그러므로 자침은 A까지 다 돌아가지 않고, 전류와 지구에 의한 두 자기력의 합력 방향인 B까지만 회전하는 것이다.



2. 코일 주변의 자기력선의 모양은?

막대 자석과 같은 형태의 자기장이 형성된다. 이것은 오른 나사의 법칙으로 간단히 확인할 수 있다. 즉 코일에 전류가 흐르는 방향을 네 손가락으로 휘감을 때, 엄지가 가리키는 방향이 자기력의 N극 방향이 된다. 그러나 학생들은 오른 나사의 법칙으로 코일 주변의 자극을 결정하지 않으며, 주변에 놓인 나침반의 극을 보고 결정하도록 지도한다.



전기와 자기의 역사 II

길버트 이후 전기와 자기에 대한 체계적 연구가 활발하게 전개되었다. 전기와 자기의 성질은 비슷한 점도 많지만 1820년까지만 해도 이 둘의 원인은 서로 전혀 별개의 현상으로 알고 있었다. 그런데 이 둘이 서로 밀접한 관계를 가지고 있다는 것은 덴마크의 물리학 교수 한스 크리스찬 외르스텝(Hans Christian Oersted, 1777-1851)이 처음 발견하였다.

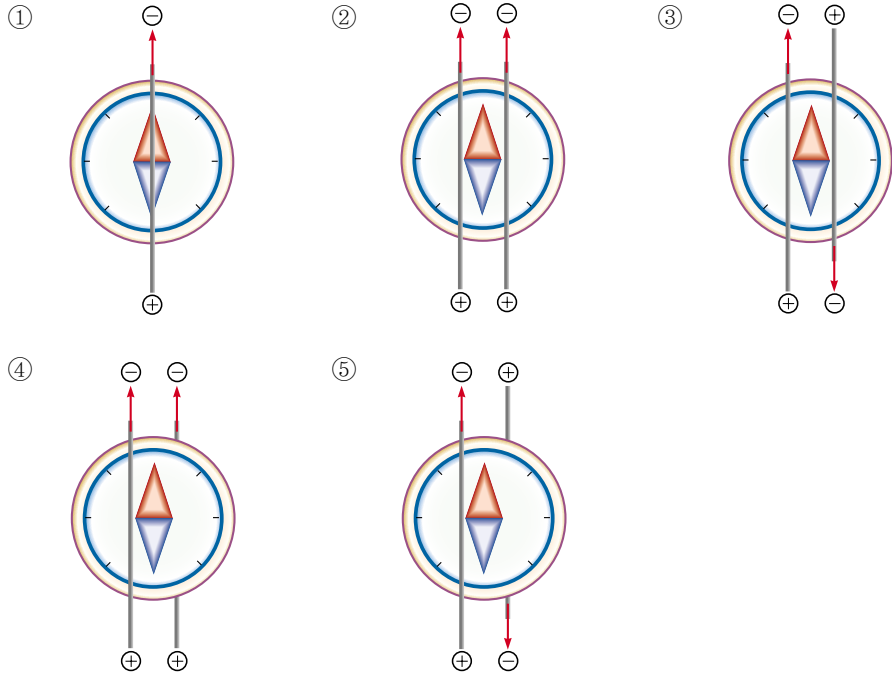


외르스텝

외르스텝의 부친은 약제사였으나, 여러 자녀를 키울 정도로 집안이 넉넉하지는 못하여 외르스텝과 그 동생은 친지의 집에서 자랐다. 그러나 그는 틈틈이 아버지의 약국 일을 도우면서 혼자서 과학 공부도 즐겨했고 코펜하겐 대학에 입학한 후에는 칸트의 철학에 심취하였다. 그러나 천문학, 물리학, 수학, 화학 공부도 계속하여, 1797년에 화학으로 학위를 받았다. 1804년 코펜하겐에서 물리학 교수가 되려고 했으나 여의치 않아서 과학과 철학에 대한 주제로 대중을 상대로 강연을 시작했다. 여기서 명성을 얻자, 코펜하겐 대학 학장은 외르스텝을 위한 교수직을 특별히 하나 더 만들었다. 안정된 생활을 하게 된 그는 많은 과학 논문들을 쓰기 시작했고, 1820년 실험 강의 도중에 마침내 전기의 자기 작용을 발견했다. 이것은 인류 역사상 가장 위대한 발견 중의 하나가 되었으며, 이로써 인류 문화의 모든 측면을 변혁시킨 “전자기”라는 광대한 과학 기술 영역의 문이 열린 것이다. 이 발견은 과학 연구에 즉각적인 반향을 일으켰다. 왜냐하면 전류가 자침에 작용하는 힘의 행동 양상이 전기나 자기 또는 중력과 매우 달랐기 때문이다. 즉 바늘이 회전하였다는 것은 직선 방향으로만 작용하는 인력이나 척력이 아니라, 회전력이라는 사실 때문이다. 나침반은 전기력의 영향을 받지 않으므로, 이 회전은 자기력에 의한 작용임이 명백한 것이다. 그래서 외르스텝은 전류가 자기장을 형성한다는 바른 결론을 내리게 되었다. 그 이후 전자기학은 빠르게 발전했는데, 특히 프랑스의 암페어(1775-1836), 미국의 헨리(1797-1878), 영국의 패러데이(1791-1867)와 맥스웰(1831-1879) 등이 큰 역할을 하였다.

나침반과 자석의 배치

다음은 전선과 나침반을 여러 가지 방법으로 배치한 것이다. 어떤 경우에 나침반 바늘이 거의 안 움직이는가? 또 어떤 경우에 바늘이 더욱 잘 움직일까?



정답 및 해설 거의 안움직이는 경우 : ③, ④ / 잘 움직이는 경우 ②, ⑤

전선마다 오른 나사의 법칙을 적용해 보자. 이 때 엄지가 전류 방향을 향하면, 나머지 손가락은 전선을 둥글게 감싸 쥐므로, 전선 위를 지날 때는 오른쪽으로 향해도 전선 아래를 지날 때에는 왼쪽으로 향한다. 결국 ③, ④의 경우, 두 전선에 의한 자기력의 방향이 서로 반대이므로 두 힘은 상쇄되어 사라진다.

지도상의 유의점 나침반을 칭칭 감은 전선에 전류가 흐르면 나침반의 위로 흐르는 전류의 방향과 아래로 흐르는 전류의 방향은 서로 반대이다. 그런데도 나침반은 어느 한 방향으로 잘 돌아간다. 차근히 따져보지 않으면 이것은 모순처럼 느껴진다. 그러므로 학생들도 다 함께 오른손을 이용해서 각각의 경우를 따져 보도록 지도한다. 충분한 시간 여유를 준다면, 학생들이 스스로 오른손 법칙을 적용하는 데 자신감을 가지게 될 것이다.