

5_ 자기장



단원 개관

이 단원은 운동과 에너지 영역 중 자기장에 관한 내용을 다룬 것이다. 자기장은 근본적으로 전하를 띤 물체의 운동에 의하여 발생되지만, 과학과 교육과정에서는 자성을 띤 물체에서 발생하는 자기장과 전류에 의해서 발생하는 자기장으로 구분하고 있다. 자성을 띤 물체에서 발생하는 자기장은 3학년의 '자석의 성질' 단원에서, 전류에 의해 발생하는 자기장에 대해서는 6학년의 '자기장' 단원에서 다루고 있다. 특히 3학년 자석의 성질에서는 자석 주변에서 철 가루나 자석이 배열하는 모습 등 현상 중심으로 다루고 있지만, 6학년의 이 단원에서는 전류가 흐를 때 나타나는 자기장과 자석의 자기장이 동일한 것임을 알게 하고, 자기장이 생기는 조건과 더 센 자기장을 만드는 방법에 대하여 다룬다. 이 단원은 5학년의 '전기 회로'에서 학습한 내용을 바탕으로 전개되며, 10학년의 '전자기' 단원과 연계된다.

교육과정에서는 이 단원에 대하여 크게 지식 목표 두 가지와 탐구 활동 목표 세 가지를 명시하고 있다. 지식 목표는 '자석 주위에 자기장이 생김을 알고', '전류가 흐르는 직선 도선 주위에 자기장이 생김을 아는 것'이다. 탐구 활동 목표는 '자석 주위의 자기장 확인하기', '전류가 흐르는 직선 도선 주위에 생기는 자기장 확인하기', '전자석을 만들고 극 찾기'이다.

단원의 주요 학습 내용은 자석 주위에 생기는 자기장의 모습을 관찰하고, 전류가 흐르는 직선 도선 주위에 자기장이 생김을 확인하며, 전자석을 만들어 센 자기장을 만드는 데 필요한 요소를 찾는 탐구 활동을 하는 것이다. 이 과정에서 자기장이 생기는 곳, 자기장 때문에 나타나는 현상, 전자석을 만드는 방법, 센 전자석을 만드는 조건, 영구 자석과 전자석의 공통점과 차이점 등을 알게 된다.

이 단원에서는 전류에 의한 자기 효과 중에서 전자석에 관련된 부분만 다루며, 전류 주위에 생기는 자기장의 정량적인 세기나 방향, 자기장 속에서 전하가 받는 힘은 다루지 않는다. 즉, 직선 도선에 전류가 흐르면 자기장이 생기는 현상과 자기장의 세기의 변화는 에나멜선을 감은 수와 전류의 세기에 따라 변한다는 것만을 다룬다. 전류와 자기장의 상호 작용에 따른 전자기 유도 현상은 이 단원에서 다루지 않고 10학년 '전자기' 단원에서 다룸에 유의한다.

단원 학습 목표

영역	학습 목표
지식	1. 자석 주위에 자기장이 생김을 설명할 수 있다. 2. 전류가 흐르는 도선 주위에 자기장이 생김을 설명할 수 있다.
탐구	1. 자석 주위의 자기장을 관찰할 수 있다. 2. 전류가 흐르는 도선 주위의 자기장을 관찰할 수 있다. 3. 전자석을 만들고 전자석의 극을 찾을 수 있다.
태도	1. 자기장 때문에 나타나는 현상에 흥미를 가지고 탐구 활동에 적극적으로 참여한다. 2. 모둠원이 협동하여 전자석 만들고 극 찾기 활동을 한다.

단원 학습 계열

선수 학습	이 단원의 학습	후속 학습
과학(3-1)	과학(6-1)	과학(10)
■ 자석의 성질 - 자석끼리 작용하는 힘 - 자침이 가리키는 방향 - 자석의 극 과학(5-1) ■ 전기 회로 - 전기 회로와 전류 - 전기 회로와 전기 회로도 - 전구의 연결 방법과 밝기와의 관계	■ 자기장 - 자석 주위의 자기장 - 전류가 흐르는 직선 도선 주위에 생긴 자기장 - 고리 모양의 전선 주위에 생긴 자기장 - 전자석 및 전자석의 극 - 전자석의 세기에 영향을 주는 요인	■ 전자기 - 원형 도선 주위에 생긴 자기장 - 솔레노이드 주위에 생긴 자기장 - 자기장의 크기와 방향에 영향을 미치는 요인

단계	차시	차시명	학습 목표	탐구 과정 요소
재미있는 과학	1/8	자석으로 병 속의 철솜 가루 움직여 보기	<ul style="list-style-type: none"> 자석에 의해 배열되는 철솜 가루를 관찰하면서 자기장에 대하여 흥미와 호기심을 갖는다. 	
과학 실험방	2/8	자석 주위에서 일어나는 현상은 무엇 때문일까요?	<ul style="list-style-type: none"> 철 가루나 나침반을 이용하여 자석 주위에 자기장이 생김을 설명할 수 있다. 일상생활에서 자기장을 이용한 것을 찾을 수 있다. 	관찰, 추리, 일반화
	3/8	전류가 흐르는 전선 주위에서 일어나는 현상은 무엇 때문일까요?	<ul style="list-style-type: none"> 전류가 흐르는 전선 주위에 자기장이 생김을 설명할 수 있다. 전류의 방향이 바뀔 때 자기장의 방향이 달라짐을 말할 수 있다. 	예상, 관찰, 추리
	4/8	고리 모양의 전선 주위에서 나침반 바늘은 어떻게 될까요?	<ul style="list-style-type: none"> 고리 모양의 전선에 전류가 흐르면 고리 주위에 자기장이 생김을 설명할 수 있다. 고리 모양 전선 주위에서 극을 찾을 수 있다. 	관찰, 추리, 예상
	5/8	전자석은 어떤 성질을 가지고 있을까요?	<ul style="list-style-type: none"> 전자석을 만들고 그 성질을 설명할 수 있다. 전자석과 영구 자석의 성질을 비교하여 설명할 수 있다. 	관찰, 추리
	6/8	어떻게 하면 센 전자석을 만들 수 있을까요?	<ul style="list-style-type: none"> 센 전자석을 만드는 방법에 대하여 말할 수 있다. 센 전자석을 만드는 방법을 검증하기 위한 실험을 수행할 수 있다. 	가설 설정, 변인 통제, 자료 해석
과학 생각 모음	7/8	자기장에 대하여 정리해 볼까요?	<ul style="list-style-type: none"> 자기장과 전자석의 성질을 말할 수 있다. 전류에 의한 자기장에 관한 편지글을 쓸 수 있다. 	
나도 과학자	8/8	전자석을 이용하여 전동기를 만들어 볼까요?	<ul style="list-style-type: none"> 전동기의 발명과 사용에 대하여 말할 수 있다. 간이 전동기를 만들고 작동 원리를 말할 수 있다. 	

* 위에 제시된 내용은 예시이므로 지역 및 학교의 실정, 학생의 발달 정도에 따라 목표에 알맞은 활동 내용으로 학교에서 재구성하여 운영할 수 있다.

권장 수업 모형	준비물	유의점	핵심 용어	해당 쪽수		
				교과서(쪽)	실험 관찰(쪽)	지도서(쪽)
	투명 플라스틱 병(200mL), 식용유, 철솜 가루, 등근 막대 자석(지름 7mm, 길이 50mm), 말굽 자석, 원형 자석, 시험관(지름 12mm), 250mL 비커, 고무장갑, 고무찰흙	<ul style="list-style-type: none"> 교사가 미리 철솜 가루를 준비하고, 적당량의 철솜 가루를 넣어 자기장의 모습이 잘 나타나게 준비한다. 		162		378
순환 학습	막대 자석, 나침반 8개, 투명 아크릴판(가로: 막대 자석 길이의 2배, 세로: 막대 자석 길이의 1.5배), 철 가루, 철 가루 뿌리개, 스티로폼 조각 4개(높이 1cm, 가로와 세로 각 2cm 이내), 흰 종이	<ul style="list-style-type: none"> 3학년 자석의 성질 내용과 연계하되, 철 가루가 늘어선 모양보다는 자기장이 있음을 알도록 유도한다. 	자기장	164	78	380
발견 학습	전지, 전지 끼우개, 집게 전선, 전구, 소켓, 스위치, 나침반	<ul style="list-style-type: none"> 실험과 관찰을 통해 전류의 자기 효과만을 현상적으로 다룬다. 		166	80	384
발견 학습	전지, 전지 끼우개, 집게 전선, 전선 1m, 전구, 소켓, 스위치, 나침반	<ul style="list-style-type: none"> 직선 도선을 원형으로 구부린 것이 고리이므로 직선 도선을 흐르는 전류에 의한 자기장과 유사함을 추리하도록 한다. 		168	82	388
발견 학습	전지, 전지 끼우개, 집게 전선, 전구, 소켓, 스위치, 못, 종이, 에나멜선, 사포, 가위, 투명 아크릴판, 스티로폼 조각 4개, 철 가루, 철 가루 뿌리개, 나침반 8개, 못핀, 셀로판테이프	<ul style="list-style-type: none"> 고리 전류에서 나타나는 자기 효과와 전자석의 자기 효과가 동일함을 추리하도록 한다. 	전자석	170	84	392
탐구 학습	전지 3개, 전지 끼우개 3개, 집게 전선, 전구, 소켓, 스위치, 못, 종이, 에나멜선(지름 1mm), 사포, 가위, 나침반, 못핀	<ul style="list-style-type: none"> 가설 검증 활동의 과정을 적절히 안내하여 학생 중심 탐구 활동이 되도록 유도한다. 		174	86	398
				178	88	404
	에나멜선(지름 1mm), 전지, 전지 끼우개, 네오디뮴 자석, 구멍 뚫린 구리판, 사포, 전선 피복 벗기개			182		406

단원의 유의점

1. 전류가 흐르는 직선 도선 주위에 생기는 자기장의 세기에 대하여 정량적인 접근을 하지 않는다.
2. 자석과 전류가 흐르는 도선 주위에 자기장이 형성됨을 통하여 자석과 전류 사이의 연관성에 주목할 수 있도록 한다.
3. 전류가 흐르는 직선 도선이나 전자석을 다루는 탐구 활동에서는 회로에 매우 뜨거워지는 부분이 생길 수 있으므로 화상을 입지 않도록 주의한다.
4. 탐구 학습의 경우 실험을 통하여 개념을 아는 것도 중요하지만 학생 스스로 알게 하는 것이 더 중요하므로, 학생에게 충분히 활동 시간을 주어 스스로 발견하도록 한다.
5. 전자석을 만들 때 사용하는 못은 교사가 실험 전에 불에 달구어 식힌 것으로 준비한다.
6. 나침반을 사용할 때는 나침반의 바늘이 정확하게 남북을 가리키는지 확인한 후 사용한다.
7. 나침반의 크기는 자기장을 민감하게 관찰할 수 있도록 작은 것(지름 3cm 내외)을 사용하였으나, 학교에 준비되어 있는 나침반을 사용할 수 있다.

단원 학습 평가

영역	평가 관점	관련 차시
지식	1. 자석 주위에 자기장이 생김을 설명할 수 있는가?	2/8
	2. 전류가 흐르는 직선 도선 주위에 자기장이 생김을 설명할 수 있는가?	3/8
탐구	1. 자석 주위의 자기장을 정교하게 관찰할 수 있는가?	2/8
	2. 전류가 흐르는 직선 도선 주위의 자기장을 관찰할 수 있는가?	3/8
	3. 전자석을 만들고 전자석의 극을 찾을 수 있는가?	5/8
태도	1. 자석과 전류가 흐르는 전선 주위에 나타나는 현상에 흥미를 갖고 자기장 탐구 활동에 적극적으로 참여하는가?	2~4/8
	2. 모둠원과 협동하여 전자석을 만들고 극 찾기 활동을 수행하는가?	5~6/8

※ ‘재미있는 과학’, ‘과학 이야기’, ‘창의 활동’, ‘더 탐구해 볼까요?’, ‘나도 과학자’ 부분은 지식 및 탐구 평가 대상이 아닙니다.

단원 핵심 용어

1. 자기장

자석이나 전류가 흐르는 전선 주위에서 자기장이 생긴다. 자기장에 철이나 자석을 놓으면 그 물체들이 밀리거나 끌려온다. 또 자기장 내에 철 가루를 뿌리면 철 가루가 일정한 방향으로 늘어선다.

2. 전자석

에나멜선을 고리 모양으로 여러 번 감아 전류를 흐르게 하면 고리 주위에 자기장이 생기고 자석과 같은 성질을 띠게 되는데, 이렇게 만든 자석을 ‘전자석’이라고 한다. 에나멜선 고리 내에 철로 된 물체를 넣으면 더욱 센 전자석이 된다.

단원 배경 지식

1. 원자 내에서의 자기장의 근원

원자는 양성자와 중성자로 구성된 원자핵과 중심에서 멀리 떨어져 원자핵을 공전하는 전자로 구성된다. 전자는 원자핵을 중심으로 공전하고 있을 뿐 아니라 스스로도 자전하고 있는데, 이 두 가지 운동이 자기장과 관련이 있다. 전자가 전선을 통해 움직일 때 전선 주변에 자기장이 생기듯이, 원자핵을 중심으로 공전할 때는 ‘궤도자기모멘트(orbital magnetic moment)’라는 자기장 요소를 일으키고, 스스로 자전할 때는 ‘스핀자기모멘트(spin magnetic moment)’라는 자기장 요소를 만들어낸다. 그러나 양자 물리학에 의하면 전자의 궤도 운동과 자전에는 제한이 있으므로 전자는 특정한 자기장만을 만들 수 있다.

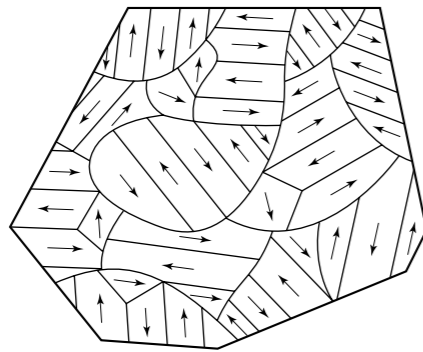
전자를 위에서 보았을 때 반시계 방향으로 회전하는 스핀업(spin-up)과 시계 방향으로 회전하는 스핀다운(spin-down)이 존재한다. 스핀업 상태의 전자는 위쪽이 S극, 아래쪽이 N극인 작은 자석과 같은 상태가 되고, 스핀다운 상태의 전자는 위쪽이 N극, 아래쪽이 S극인 작은 자석과 같은 상태가 된다.

그러나 한 원자 내에서 핵 주위를 시계 방향으로 공전하는 전자는 반시계 방향으로 공전하는 전자와 짝지어지고, 시계 방향으로 자전하는 전자는 반시계 방향으로 자전하는 전자와 짝지어져 자기장은 상쇄된다. 같은 스핀 전자들은 서로 다른 궤도에 배치되어 자기장에 의한 척력을 피할 수 있다. 이런 짝지음과 배타적인 배치에도 여전히 쌍을 이루지 않는 전자들이 있는데, 한 원자 내에 쌍을 이루지 않는 전자가 얼마나 있느냐에 따라 원자 내에서의 자기장의 세기가 결정된다. 대부분의 원자들은 약간의 짝지어지지 않은 전자들을 가지고 있으며, 이 때문에 자기장을 띠게 된다.

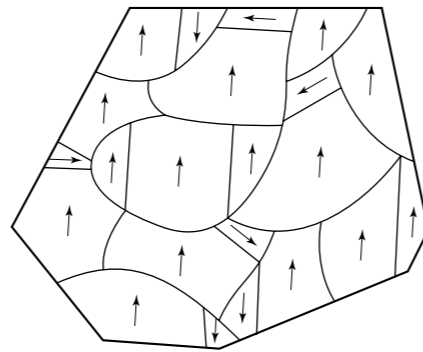
2. 물질 내에서의 자기장의 근원

원자들이 결합하여 물질을 만들 때, 이웃한 원자 속에 있는 전자들의 방향은 각각 다르다. 서로 이웃하지만 반대 방향을 나타내는 전자들은 그 자기장이 상당 부분 상쇄된다. 상쇄되지 않고 남는 자기장은 이웃한 원자 속의 전자에게 힘을 주고받으면서 이웃 전자의 방향을 조금씩 틀어 놓는다. 전자들의 방향이 조금씩 틀어진 것은 일정 구역마다 같은 형태를 띠고 있어서 같은 구역으로 볼 수 있는데, 이를 '자기 구역(magnetic domain)'이라고 한다.

철, 니켈, 크롬과 같은 물질 내에서 전자들은 자기적으로 비슷한 방향으로 배열되어 있다. 자기적으로 비슷한 방향을 지닌 물질들은 자연 상태에서는 한 전자가 이웃한 전자들을 미는 힘이 작용하게 되는데, 그 결과 구역마다 서로 다른 배열을 하는 자기 구역을 만들어 낸다. 이러한 자기 구역 때문에 물체 전체로 보면 자성을 띠지 않는 것처럼 된다.



자기화되기 전의 물체 내의 자기 구역

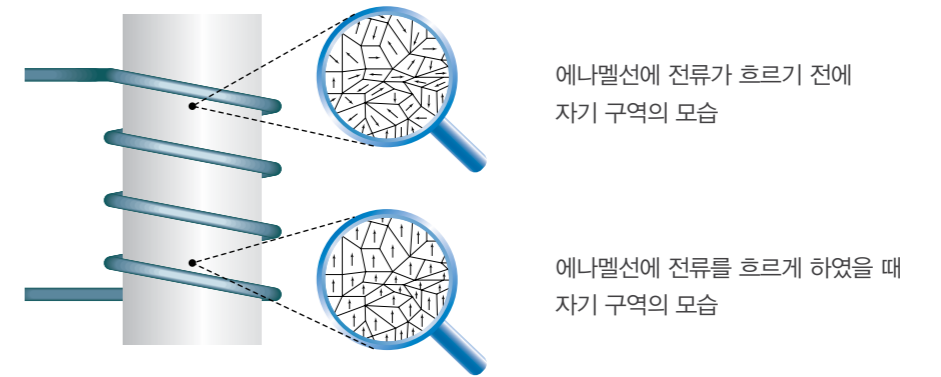


자기화된 후의 물체 내의 자기 구역

3. 자기장에 놓인 철의 내부 변화

철 조각은 자연 상태에서 너비 0.01mm 정도의 작은 구역으로 나뉘어져 각 구역마다 일정한 방향을 가리키는 내부 자기장을 가지고 있는데, 자기장을 띤 작은 구역을 '자기 구역'이라고 한다. 다음 그림에서 돋보기 속의 화살표를 포함하고 있는 작은 다각형이 자기 구역이다. 자연 상태에서는 철은 물질 내에 여러 개의 자기 구역이 서로 다른 방향을 이루면서 전체적으로 자기장의 방향은 상쇄되고 그 물질은 자성을 띠지 않는다.

그런데 철 조각의 외부에서 자석이나 전류가 흐르는 전선으로 자기장을 걸면 자기 구역들이 각자 자기장의 방향으로 약간씩 재배열하고, 같은 방향으로 배열된 자기 구역끼리 서로 영향을 주면서 통합된다. 자기장 방향으로 배열된 자기 구역이 커지면 철은 강한 자석으로 변하고 이때 자화되었다고 한다. 영구 자석을 치우면 철의 자기 구역은 점차 작아지고 자성을 잃게 되면서 비자성체로 된다. 영구 자석에 열을 가하거나, 충격을 주거나, 다른 자석으로 힘을 가하면 자기 구역의 배열이 흐트러져서 자성을 잃게 된다.



자기장에 놓인 철의 자기 구역의 모습

4. 영구 자석

전류를 흘려주지 않아도 자성을 띠는 자석을 '영구 자석'이라고 한다. 영구 자석은 자연에서 만들어진 천연 자석과 인공으로 만든 자석이 있다.

천연 자석은 대부분 자철석으로 구성되어 있지만 자연에서 채취될 때 순수하게 자철석만을 포함하지 않기 때문에 색깔, 모양, 재질, 자성 등에서 다양한 성질을 나타낸다. 천연 자석은 붉은색, 검은색, 흰색, 짙은 회색, 자주색 등이 있으며, 광석과 같이 단단한 것뿐만 아니라 별집처럼 구멍이 생긴 것, 잘 부스러지는 것, 쪼개짐이 있는 것 등 모양과 재질도 여러 가지이며, 이에 따라 자기력의 세기도 각기 다르다.

외부 자기장에 의해 자석으로 되었다가 외부 자기장이 없어진 후에도 자성을 거의 그대로 유지하는 물질을 강자성 물질이라고 하는데, 인공 자석은 주로 강자성 물질을 강한 자기장 속에 넣고 자화시켜 만든다. 강자성 물질로는 철(Fe), 니켈(Ni), 코발트(Co), 가돌리늄(Gd), 디스프로슘(Dy) 등과, EuO(산화유로프) 등의 산화물이 있다.

5. 전자석

전선을 원통 모양으로 촘촘히 감아 전류를 흐르게 하여 자석과 같은 성질을 띠게 만든 것을 '전자석'이라 한다. 전자석의 기본 구성 요소는 원통 모양으로 전선을 촘촘히 감은 솔레노이드에 전지를 연결한 것이다. 솔레노이드에 철심을 넣으면 더 센 자기장을 얻을 수 있다. 한편, 솔레노이드에 전구를 연결하지 않고 전지만을 직접 연결하면 전기 회로의 저항이 0이 되어 전기 회로에 흐르는 전류의 세기는 무한대에 가까워지고, 전자석은 최대한으로 자화된다. 이를 '자기 포화 상태'라고 하는데, 이때 전기 회로에 전지를 더 연결해도 전자석의 세기는 커지지 않는다. 전자석의 세기가 전류의 세기에 비례함을 보이는 실험에서는 전자석을 만들 때 전구를 사용한 전기 회로를 사용하는 것이 좋다.

전구, 전지, 솔레노이드, 철심으로 구성된 전기 회로에서 전자석은 전선에 흐르는 전류의 세기에 따라, 솔레노이드를 구성하는 전선의 촘촘한 정도에 따라, 철심의 강자성 정도에 따라 자기장의 세기가 달라진다.

전자석은 전류의 방향이나 세기로 자기장의 방향과 세기를 조절할 수 있는 이점 때문에 스피커, 마이크, 전동기, 전자석 기중기 등에 사용되고 있다. 특히, 전동기는 물체를 회전시키거나 움직이게 하는 것에 사용할 수 있어서 일상생활의 거의 모든 전기, 전자 제품에 다양하게 사용되고 있다. 전동기를 사용하고 있는 일상생활 용품으로는 선풍기, 세탁기, 회전문, 발전기, 로봇, 전기 자전거, 전기 자동차, 엘리베이터, 카메라, 복사기 등이 있다.



단원 표지설명

단원의 표지 사진은 인천국제공항 운행을 위하여 성능 실험 중인 자기 부상 열차의 모습이다. 자기 부상 열차는 빠르고 편안하게 운행된다는 장점 때문에 미래의 교통 수단이 될 것이므로 이 사진을 표지로 제시하였다.

이 사진을 통해 학생들에게 이 단원에서 전자석과 자기장에 대한 전반적인 내용에 대하여 호기심을 갖게 하고 전자석을 어떻게 만드는지에 대한 질문을 이끌어 내도록 안내하도록 한다. 예를 들어 학생들에게 사진을 보고 떠오르는 질문을 써 보게 하고, 이 단원을 모두 학습한 뒤에 자신이 적은 질문에 대한 답을 스스로 써 보게 하는 것은 하나의 방법이 될 수 있다. 이러한 방법은 학생들에게 이 단원 학습에 대한 흥미를 가지고 자기 주도적으로 학습할 수 있도록 하는 데 도움이 될 것이다.



단원의 흐름

재미있는 과학

철솜 가루가 들어 있는 투명한 병의 여러 위치에 다양한 종류의 자석을 대어 보고, 병 속에 둥근 막대 자석을 넣어 보면서 투명한 병 속의 철솜 가루를 움직여 볼 때 나타나는 현상을 관찰해 보는 활동이다. 이를 통해 자기장에 대한 호기심과 흥미를 느끼며 자기장에 대한 이해를 도울 수 있는 활동으로 구성하였다.

과학 실험방

나침반과 철 가루를 이용하여 자기장의 모습을 관찰하도록 하여 자기장이 존재함을 알게 하였다. 전류가 흐르는 직선 도선과 고리 모양의 도선 주위에 생기는 자기장의 존재를 나침반을 통하여 알게 하는 방법은 자기장을 이론적으로가 아니라 관찰 가능한 형태로 접근하려는 의도이다. 전류가 흐르는 직선 도선, 고리 모양의 도선, 그리고 전자석 주위에서 자기장의 생김을 확인한다. 또, 전자석 주위에서 자기장이 생기는 과정을 확인하는 과정을 바탕으로 전류가 흐르는 전선 주위에 생기는 현상임을 알 수 있게 하였다.

과학 생각 모음

이 단원에서 배웠던 자기장에 대해 학습한 내용을 마인드맵과 '과학 글쓰기'로 정리하게 하였다. 과학 글쓰기에서는 전류가 흐르는 전선 주위의 자기장을 발견한 외르스테드의 과학적 발견을 알리는 편지글을 써 보게 구성하였다.

나도 과학자

학생들이 활동을 통해 전자석으로 간이 전동기를 만드는 활동으로 구성하였다. 또한, 간이 전동기가 돌아가는 원리를 스스로 탐구할 수 있게 구성하였다.

자석으로 병 속의 철숨 가루 움직여 보기

학습 목표

1. 자석에 의해 배열되는 철숨 가루를 관찰하면서 자기장에 대하여 흥미와 호기심을 갖는다.

수업의 개관

① 장치 만들기	<ul style="list-style-type: none"> 투명 플라스틱 병에 식용유와 철숨 가루 넣기 투명 플라스틱 병 마개를 막고 흔들기
② 철숨 가루 움직여 보기	<ul style="list-style-type: none"> 플라스틱 병에 여러 가지 자석을 대어 보면서 철숨 가루가 늘어난 모양 관찰하기 동근 막대 자석을 넣은 시험관을 플라스틱 병 속에 넣고, 철숨 가루가 만드는 모습을 관찰하기
③ 궁금증 갖기	<ul style="list-style-type: none"> 철숨 가루가 늘어난 까닭 생각해보기

차시 구성 의도

본 단원의 목표는 탐구 활동을 통해서 자석 및 전류가 흐르는 직선 도선 주위에 자기장이 생긴다는 것을 알게 하는 것이다.

본 차시는 동근 막대 자석, 말굽 자석, 원형 자석 등 다양한 종류의 자석을 이용하여 철숨 가루의 움직임이나 배열 등을 관찰하여 자기장에 대한 흥미와 호기심을 가질 수 있는 활동으로 구성되었다.

준비물

투명 플라스틱 병(200mL), 식용유, 철숨 가루, 동근 막대 자석(지름 7mm, 길이 50mm), 말굽 자석, 원형 자석, 시험관(지름 12mm), 비커(250mL), 고무장갑, 고무찰흙 약간



자석으로 병 속의 철숨 가루 움직여 보기

투명한 병에 철숨 가루와 식용유를 넣고, 자석을 병에 가까이 대면 병을 만지지 않고도 철숨 가루를 늘어서게 할 수 있습니다.

자석의 위치나 모양에 따라 철숨 가루가 늘어난 모양은 어떻게 달라질까요?



⚠️ 침침을 바를 때는 영자가 없도록 주의하세요.

162

1. 장치 만들기

- ▷ 자석을 이용하여 식용유 속에 들어 있는 철숨 가루를 움직여 봅시다.
- ▷ 고무장갑을 끼고 가위로 철숨을 잘라 철숨 가루를 준비합니다.
- ▷ 투명 플라스틱 병에 식용유와 철숨 가루를 넣습니다.
- ▷ 투명 플라스틱 병의 마개를 막고 철숨 가루가 식용유에 골루 잘 섞이도록 흔들어 줍니다.
- ! 철숨 가루를 자를 때 철숨 가루가 손에 찢리지 않도록 주의한다. 반드시 고무장갑을 착용하고 철숨을 자르도록 지도한다. 교사가 미리 철숨 가루를 준비하는 것도 좋다.
- ! 철숨 가루의 양은 200mL의 플라스틱 병에 시약 숟가락 1개 정도의 양(약 2~3g) 정도가 적당하다. 철숨 가루가 너무 많거나 적으면 철숨 가루의 늘어난 모습이 잘 나타나지 않는다.

2. 철숨 가루 움직여 보기

- ▷ 철숨 가루가 병 속에서 천천히 떨어지고 있을 때, 병 옆면에 동근 막대 자석을 수직으로 대어 봅시다. 철숨 가루는 어떻게 움직입니까?



자석의 모양이나 위치를 다르게 하면서 철숨 가루를 여러 가지 모양으로 늘어서게 하여 봅시다.

여러 가지 모양의 철숨 가루 모습 만들기

- 1 투명 플라스틱 병에 식용유와 철숨 가루를 넣습니다.
- 2 병 마개를 막고 여러 번 흔들어 식용유와 철숨 가루가 잘 섞이게 합니다.
- 3 플라스틱 병에 동근 막대 자석, 말굽 자석, 원형 자석을 차례로 대어 보면서 철숨 가루가 늘어난 모양을 관찰하여 봅시다.
- 4 동근 막대 자석을 넣은 시험관을 투명 플라스틱 병에 넣고, 철숨 가루의 모양을 관찰하여 봅시다.



철숨 가루를 늘어서게 한 것은 무엇일까요?

163

- 동근 막대 자석의 끝으로 철숨 가루가 서서히 모입니다.
- 동근 막대 자석의 양극 쪽에는 철숨 가루가 많이 모이지만 옆면에는 철숨 가루가 잘 모이지 않습니다.
- 동근 막대 자석 가까이 자석의 힘이 미치는 곳에 철숨 가루가 띠를 이루며 모양을 이루고 있습니다.
- ▷ 말굽 자석과 원형 자석을 플라스틱 병에 대어 봅시다. 철숨 가루는 어떻게 움직입니까?
 - 자석의 양극 쪽으로 철숨 가루가 모여듭니다.
- ▷ 동근 막대 자석을 넣은 시험관을 투명 플라스틱 병 속에 넣고 철숨 가루의 모습을 관찰해 봅시다.
 - 철숨 가루는 동근 막대 자석을 중심으로 반원 모양을 그리며 배열합니다.

3. 궁금증 갖기

- ▷ 무엇이 철숨 가루를 일정하게 늘어서게 했을까요?
 - 자석 때문에 그렇게 늘어난 것 같습니다.
- ▷ 자석의 위치나 방향을 바꿀 때 철숨 가루가 늘어난 모양은 어떠합니까?
 - 철숨 가루가 늘어난 모양도 달라집니다.
- ▷ 자석 주위에는 무엇이 있어서 철숨 가루가 일정한 모양으로 늘어설까요?

- 자석 주위에는 자석의 힘이 미치는 공간이 있습니다.
- 눈에 보이지는 않지만 철숨 가루를 움직이지 못하게 하는 무엇인가가 있는 것 같습니다.

! 이 단계에서 자기장 개념을 유도할 필요는 없으며, 흥미와 호기심을 갖게 하는 질문을 하는 것이 좋다.

주요 개념과 후속 차시

- 자석 주위의 자기장: 2/8
- 전선 주위의 자기장: 3/8~4/8
- 전자석: 5/8~6/8

동영상 자료 활용

동영상 자료는 주로 이 단계 수업을 위한 안내용으로 제작된 것으로 실험 준비물과 실험 장치 만들기(1분 17초), 이 단계 수업에서 이루어지는 네 가지 실험(1분 53초), 그리고 3차원 자기장 실험기의 모습(26초)을 안내하고 있다.

동근 막대 자석을 넣은 시험관을 다시 철숨 가루가 들어 있는 플라스틱 병에 넣으면 철숨 가루가 3차원으로 늘어난 모양을 볼 수 있는데, 이를 '3차원 자기장 실험기'라고 한다.

지도상의 유의점

1. 이 차시에서는 관찰 결과의 옳고 그름을 판단하기보다는 눈에 보이지 않는 자기장에 대한 흥미와 호기심을 가질 수 있도록 하는 것에 중점을 두어 관찰 결과에 대한 다양한 표현을 수용하도록 한다.
2. 자기장은 눈에 보이지 않지만 철숨 가루가 늘어난 모양을 통해서 자기장이 있음을 알 수 있다.
3. 철숨 가루 대신 철 가루를 사용할 수도 있는데, 자석의 한쪽 극에서 다른 극 쪽으로 자기장이 작용하는 모양을 효과적으로 관찰하기에는 철숨 가루가 적당하다.
4. 철숨 가루를 다룰 때에는 반드시 고무장갑을 착용하고 철숨 가루에 찢리지 않도록 주의한다.
5. 플라스틱 병을 전시해 놓고 아동들이 관찰 활동을 계속할 수 있도록 한다.
6. 식용유는 약품 폐수 처리통에, 철숨 가루는 일반 폐기물로 구분하여 처리하도록 한다.
7. 동근 막대 자석을 시험관에 넣기 전에 시험관에 고무찰흙을 먼저 조금 넣어 시험관 파손을 줄이도록 한다.

학습 목표

- 철 가루나 나침반을 이용하여 자석 주위에 자기장이 생김을 설명할 수 있다.
- 일상생활에서 자기장을 이용한 것을 찾을 수 있다.

수업의 개관

1 탐색	<ul style="list-style-type: none"> 막대 자석 위에 뿌린 철 가루의 배열 관찰하기 막대 자석 주위에 놓은 나침반의 바늘이 가리키는 모양 관찰하기 막대 자석을 돌릴 때 나침반의 바늘 움직임 관찰하기
2 개념 도입	<ul style="list-style-type: none"> 여러 현상의 까닭 추리하기 자기장 용어 도입하기 자기장이 있을 때 특징 말하기
3 개념 적용	<ul style="list-style-type: none"> 일상생활에서 자기장을 이용하는 예 찾기

수업 모형 선정의 이유

본 차시에서는 자기장이 있을 때 나타나는 여러 가지 현상을 관찰하여 자기장의 존재를 추리하고 과학 용어인 '자기장'을 도입하여 사용하도록 함을 수업 목표로 하고 있다. 따라서 자기장을 관찰하여 자기장이 있을 때의 유형을 찾고, 유형에 이름을 붙이는 개념 도입(용어 도입)이 가능한 순환 학습 모형을 적용하였다.

준비물

막대 자석, 나침반 8개, 투명 아크릴판(가로: 막대 자석 길이의 2배, 세로: 막대 자석 길이의 1.5배), 철 가루, 철 가루 뿌리개, 스티로폼 조각 4개(높이 1cm, 가로와 세로 각 2cm 이내), 흰 종이

- ! 나침반이 부족할 경우 모둠별 6개를 준비해도 좋다.
- ! 나침반이 남북을 가리키는지 확인한 후 사용한다.
- ! 철 가루는 호흡기에 해로우니 실험 후에 반드시 통에 담아 둔다.

자석 주위에서 일어나는 현상은 무엇 때문일까요?

자석은 철로 된 물체를 당기기도 하고, 떨어져 있는 다른 자석을 밀거나 당기기도 합니다. 이러한 현상은 무엇 때문에 일어나는지 알아봅시다.

무엇이 필요할까요?
막대 자석, 나침반 8개, 투명 아크릴판, 철 가루, 철 가루 뿌리개, 스티로폼 조각 4개, 흰 종이

어떻게 할까요?

- 막대 자석을 흰 종이 위에 두고, 막대 자석 위에 투명 아크릴판을 놓습니다. 그 위에 철 가루를 뿌리면서 철 가루가 늘어난 모양을 관찰하여 봅시다.
- 막대 자석 주위에 나침반을 여러 개 놓고, 나침반 바늘이 가리키는 방향을 관찰하여 봅시다.
- 막대 자석을 돌리면서 자석 주위에 있는 나침반 바늘의 움직임을 관찰하여 봅시다.
- 이러한 현상은 무엇 때문에 일어나는 것인지 생각하여 봅시다.

자석 주위에서는 철 가루가 부드럽게 연결되어 늘어지거나, 나침반의 바늘이 자석의 극을 가리킵니다. 이런 현상은 자석 주위에 있는 **자기장** 때문에 일어납니다.

생각해 볼까요?

- 일상생활에서 자기장을 이용하는 예를 찾아봅시다.

더 탐구해 볼까요?

그림과 같이 나침반과 자석 사이에 물로 잘린 비커를 놓고, 자석을 비커에 가까이 하여 봅시다. 자석이 움직일 때, 나침반 바늘이 움직이는지 관찰하여 봅시다.

164

자석 주위에서 일어나는 현상은 무엇 때문일까요?

교과서 164~165쪽

- 막대 자석 주위에 철 가루가 늘어난 모양을 그려 봅시다.
- 막대 자석 주위에 놓아둔 나침반 바늘이 가리키는 모양을 그려 봅시다.

78

- 막대 자석을 시계 방향으로 천천히 돌릴 때, 자석 주위에 있는 나침반 바늘의 움직임은 어떠한지 써 봅시다.
나침반 바늘이 처음 가리켰던 자석의 극을 따라 움직입니다.
막대 자석이 새로운 위치에서 나침반 바늘이 자석의 N극이나 S극을 가리킵니다.
- 자석 주위에서 철 가루가 부드럽게 연결되어 늘어지거나, 나침반의 바늘이 자석의 극을 가리키는 이유가 무엇인지 써 봅시다.
막대 자석 주위에 생긴 자기장 때문입니다.

생각해 볼까요?

- 일상생활에서 자기장을 이용하는 예를 찾아봅시다.

- 자석이 철이 붙는 현상을 이용하는 예: 철로 만든 칠판에 붙일 글자 모양의 자석, 드라이버 알 끝, 자석이 들어간 필통, 유리로 된 창에서 문닫는 장치, 서류 가방 잠금 장치, 자석 팔찌 등

- 자기장을 이용하는 예: 나침반, 전동기, 자석을 이용하여 움직임을 회전시키는 장치, 전철표나 신문 카드 등

79

1. 탐색

이 단계에서는 자기장이 있을 때 나타나는 현상을 관찰하고 현상의 유형을 추리하여 학생 스스로 서술하게 한다.

- ▷ 막대 자석을 흰 종이 위에 놓고, 투명 아크릴판을 놓은 다음 철 가루를 뿌리면서 철 가루의 늘어난 모양을 관찰하고 그려 봅시다. **실관**
- ▷ 철 가루는 어떻게 늘어서 있습니까?
- 자석 주변에 골고루 있습니다.
- ▷ 철 가루가 늘어난 모양에는 어떤 특징이 있습니까?
- 자석 양극 주변에 많이 모여 있습니다.
- 자석을 감싸는 모양을 하고 있습니다.
- 철 가루가 서로 이어져 있습니다.
- ▷ 철 가루가 늘어난 모양을 "실험 관찰" 책에 그려 봅시다.
- ! 철 가루는 조금씩 살살 뿌리도록 지도한다. 한꺼번에 많은 철 가루가 떨어지면 아크릴판의 가장자리를 손가락으로 툭툭 두드리게 하여 철 가루가 흩어지게 한다.
- ! 철 가루가 늘어난 모양을 그리는 데 어려움을 느끼는 학생에게 접착력이 있는 종이에 늘어난 철가루를 찍어 보게 한다.
- ▷ 막대 자석 주위에 나침반을 8개(또는 6개)를 주위에 놓은 나침반 바늘이 가리키는 모양을 관찰하고 그려 봅시다. **실관**
- ▷ 나침반 바늘은 어디를 가리키고 있습니까?
- 자석 양극 주위에서는 자석을 가리키고 있습니다.
- 자석의 옆면 주위에 있는 나침반의 바늘은 자석과 나란한 방향을 가리킵니다.
- 나침반의 바늘은 자석의 한 극에서 나와서 동글게 돌아 자석의 다른 극으로 들어가는 모양으로 늘어서 있습니다.
- ▷ 막대 자석을 시계 방향으로 천천히 돌리면서 자석 주위에 있는 나침반 바늘이 가리키는 방향이 어떻게 되는지 관찰하여 봅시다. **실관**
- 나침반 바늘이 자석의 극을 따라 움직입니다.
- 자석이 움직임을 멈추면 나침반은 다시 일정한 방향을 가리킵니다.
- ▷ 이런 현상은 무엇 때문에 일어나는 것인지 말하여 봅시다. **실관**
- 자석 주위에 보이지 않는 힘이 있습니다.

2. 개념 도입

이 단계는 학생들이 찾아낸 현상 유형에 과학 용어를 도입하여 개념을 형성하게 교사 설명을 중심으로 수업을 진행한다.

- ▷ 자석 주위에서 철 가루가 일정하게 늘어지거나 나침반이 일정한 방향을 가리키는 이유는 무엇일까요?



수업 도우미

자기장에 대한 학생의 추리

나침반이 자석을 향하여 바늘의 방향이 바뀌는 현상은 무엇 때문에 일어나는지에 대한 학생들의 반응을 검토한다.

1. 자석 때문입니다.

‘자석 때문이다’라고 대답한 것은 물리적 현상의 원인을 한 물체로 대답하는 구체적 조작기 학습자의 특성이다. 자석 자체보다는 자석이 가지는 특징으로 유도할 필요가 있다.

2. 자석의 N극, S극이 달라졌기 때문입니다.

‘자석의 N극, S극이 달라졌기 때문’이라는 추리는 철 가루가 늘어난 모양이나 자석이 놓여 있을 때 현상을 설명하기에는 미흡하다. 추가 활동으로 자석을 그대로 두고 나침반을 멀리 혹은 가까이 움직이는 것만으로 나침반 바늘이 움직이는 현상을 보여 주어 자석 주변의 무엇인가를 추리하게 함이 필요하다.

3. 자석이 밀고 당기는 힘 때문입니다.

‘자석이 밀고 당기는 힘 때문’으로 서술한 것은 ‘두 자석 사이에 작용하는 힘’이나 자석과 또 다른 자석으로서 나침반에 대한 척력과 인력으로 해석할 수 있다. 자기력은 자기장 때문에 생기는 것으로 초등학교에서 자기장의 개념과 자기력 개념을 구분하여 형성하기는 쉽지 않다. 또, 6차와 7차 교육과정에서 자기장 대신 자기력으로 서술하기도 했다. 따라서 학생 수준에서 타당하게 추리한 것이다.

4. 자석의 힘 때문입니다.

‘자석의 힘’이라는 표현이 자석이 가지는 능력(성질)의 뜻으로 표현되었을 경우 자석 주위에 생긴 구체적인 현상을 찾은 것이 아니며 ‘자석 때문에’라고 표현한 것과 같다. 따라서 추가 질문으로 자석의 힘을 좀 더 자세히 서술할 수 있게 지도한다.

5. 자석 주변에 무엇인가 있기 때문입니다.

‘자석 주변에 무엇인가 있다’라는 표현이 가장 적합하다. 초등학생 수준에서 유보적이고 관찰 가능한 형태로 가장 적절하게 추리한 것이다.

참고 자료

- 인터넷 자료
국립중앙과학관-과학관 파노라마 및 사이버 과학교실 전자석 코너 <http://www.science.go.kr>
에듀넷-전자석 만들기(학생용 시뮬레이션) <http://www.edunet.4u.net>

- 자석 주위에서 철 가루가 늘어거나 자석의 방향이 바뀔 때 나침반 바늘이 움직이는 것은 자석 주위에 무엇인가가 있기 때문입니다. 그 무엇인가는 눈에 보이지 않지만 철 가루나 자석, 나침반에 영향을 줍니다. 이를 ‘자기장’이라고 합니다.
- 자기장이 변화하면 그 안에 있는 철 가루, 자석, 나침반 바늘도 함께 움직입니다.
- ! 자기장이 있기 때문에 다른 자석, 철 가루, 나침반 등에 자기력이 생긴다. 그러므로 학생들에게는 자기장의 개념을 다음과 같이 정리하여 준다.
- 자석 주위에 생긴 자기장 때문에 철 가루가 둥글게 늘어선다.
- 자기장 때문에 자석 사이에 척력과 인력이 생긴다.
- 자석을 돌리면 주위의 자기장도 함께 회전하는데, 이때 철 가루, 나침반 등도 함께 움직인다.

3. 개념 적용

도입한 과학적 개념인 자기장을 일상생활의 상황을 서술하는 데 적극 활용하여 개념을 인지 구조에 정착하게 한다.

- ▷ 일상생활에서 자기장 때문에 나타나는 현상을 이용한 예를 찾아봅시다.
- 자석을 이용하는 것: 자석 필통, 칠판 자석, 냉장고 문, 나침반, 자석 팔찌 등이 있습니다.
- ! 2007년 개정 교육과정에서는 ‘자기력’ 대신 ‘자기장’으로 표현하고 있다. 학생들이 자기장 용어에 친숙해지도록 일상생활에서 자주 사용하게 한다.

더 탐구해 볼까요?

- ▷ 그림과 같이 나침반과 자석 사이에 물을 담은 비커를 놓고, 자석을 비커에 가까이 하여 봅시다. 자석이 움직일 때, 나침반 바늘이 움직이는지 관찰하여 봅시다.
- 나침반의 바늘이 자석을 가리킵니다.
- ▷ 자석을 좌우로 천천히 흔들면 나침반의 바늘이 어떻게 되는지 말해 봅시다.
- 나침반의 바늘이 자석을 따라 좌우로 흔들립니다.

형성 평가

1. 자석 주위에서 철 가루의 모양이나 나침반의 바늘이 가리키는 방향이 달라지는 이유는 자석 주위에 (자기장)이 있기 때문입니다.
2. 자석 주위에 자기장이 있음을 어떻게 알 수 있을지 방법을 말하여 봅시다.
(자석의 방향을 바꾸어 봅니다.)
(자석을 한쪽으로 계속 이동시켜 봅니다.)
(자석을 좌우로 흔들어 봅니다.)

지도상의 유의점

1. 자기장의 개념이 쉽지 않지만 가능하면 학생들의 실험 결과를 바탕으로 학생들이 형성한 자기장의 기초 개념을 갖게 한 후 과학적인 용어 ‘자기장’을 도입하여 서술한다.
2. 이 수업은 학생들의 실험 결과를 귀납해야 탐구가 가능하므로 ‘어떻게 할까요?’의 세 가지 활동을 모두 하고, 귀납 추리를 할 수 있게 발문한다.
3. 초등학생에게 자기장을 개념으로 정의하는 것은 어려운 일이다. 자기장이 있을 때 나타나는 현상을 보고 자기장의 개념을 알 수 있게 한다.
4. 자기장이 있을 때 나타나는 현상과 자기력이 있을 때 나타나는 현상을 구분하기는 힘들지만, 가능하면 자기장이라는 용어를 자주 사용하게 지도한다.

전류가 흐르는 전선 주위에서 일어나는 현상은 무엇 때문일까요?

학습 목표

1. 전류가 흐르는 전선 주위에 자기장이 생김을 설명할 수 있다.
2. 전류의 방향이 바뀔 때 자기장의 방향이 달라짐을 말할 수 있다.

수업의 개관

1 탐색 및 문제 파악	• 전류가 흐르는 전선 주위에 나침반을 놓으면 어떻게 될지 생각하기
2 자료 제시 및 관찰 탐색	• 나침반 바늘과 전선이 나란하도록 전선의 위와 아래에 나침반 놓기 • 나침반 바늘의 움직임 관찰하기
3 자료 추가 제시 및 관찰 탐색	• 전지의 극을 바꾸고 나침반 바늘의 움직임 관찰하기
4 규칙성 발견 및 개념 정리	• 전류가 흐르는 전선 주위에 무엇이 있는지 생각해 보기
5 적용 및 응용	• 전류가 흐르는 전선 주위에 생긴 자기장의 방향 바꾸는 방법 말하기

수업 모형 선정의 이유


본 차시는 전류가 흐르는 전선 주위에 나침반을 놓을 때 나타나는 현상을 여러 가지로 관찰하여, 나침반의 바늘이 가리키는 방향을 바꾸게 하는 요소가 있음을 발견하는 발견 학습 모형으로 구성하였다.

수업 동기 유발

자석 주위에 나침반 바늘이 일정한 방향을 가리키는 것을 회상한 후, 나침반 바늘이 움직이거나 일정한 방향을 가리키는 것이 무엇 때문인지에 대해 관심을 갖게 한다.

준비물

전지, 전지 끼우개, 집게 전선, 전구, 소켓, 스위치, 나침반



166

전류가 흐르는 전선 주위에서 일어나는 현상은 무엇 때문일까요?

자석 주위에서는 나침반 바늘이 일정한 방향을 가리킵니다. 전류가 흐르는 전선 주위에 놓은 나침반 바늘은 어떻게 되는지 관찰하고, 그 이유를 생각하여 봅시다.

무엇이 필요할까요?
전지, 전지 끼우개, 집게 전선, 전구, 소켓, 스위치, 나침반

어떻게 할까요?

1. 전지, 전선 스위치를 연결하여 전기 회로를 만들어 봅시다.
2. 전선을 나침반 위에 나침반 바늘과 나란하게 놓은 다음, 전기 회로의 스위치를 닫을 때 나침반 바늘의 움직임을 관찰하여 봅시다.
3. 전선을 나침반 아래에 놓고, 나침반 바늘의 움직임을 관찰하여 봅시다.
4. 전류의 방향을 반대로 하고, 나침반 바늘의 움직임을 관찰하여 봅시다.
5. 전류가 흐르는 전선 주위에서 일어나는 현상은 무엇 때문인지 생각하여 봅시다.

전류가 흐르는 전선 주위에서 일어나는 현상은 자석 주위에서 나타나는 현상과 비슷하므로, 전류가 흐르는 전선 주위에 자기장이 있다고 말할 수 있습니다.

생각해 볼까요?

1. 전류가 흐르는 전선 주위에 생긴 자기장은 어떤 특징을 가지고 있는지 생각하여 봅시다.

더 탐구해 볼까요?

그림과 같이 전선을 나침반 위에 나침반 바늘과 수직이 되게 놓은 다음, 전기 회로의 스위치를 닫을 때 나침반 바늘이 어떻게 움직이는지 관찰하여 봅시다.

167

1. 탐색 및 문제 파악

이 단계에서는 전류가 흐르는 전선 주위에 어떤 현상이 있는지 관심을 갖게 하고, 추후 실험에서 나침반 바늘의 움직임을 찾게 하기 위하여 나침반의 변화에 주의를 기울이게 한다.

- ▷ 전류가 흐르는 전선 주위에 나침반을 놓으면 어떻게 될까요? - 나침반 바늘이 움직입니다.
- ! 나침반이 전류가 흐르는 전선 주위에서 어떤 역할을 하는지 생각해 보게 한다.
- ▷ 어떤 공간에 자기장이 있는지 없는지를 확인해 볼 수 있는 방법에 대해서 말하여 봅시다. - 나침반을 놓아둡니다. 철 가루를 뿌려 봅시다. 등
- ▷ 전류가 흐르는 전선 주위에 나침반을 놓을 때 나타나는 현상을 잘 관찰하여 봅시다.
- ! 전기 회로에 전류가 흐르지 않으면 자기장도 생기지 않으므로, 전기 회로에 연결한 전구를 켜서 전류가 흐르고 있음을 확인한 후 실험하게 지도한다.

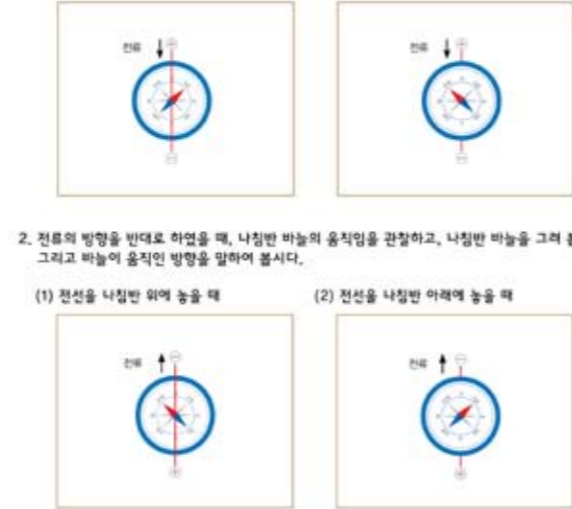
2. 자료 제시 및 관찰 탐색

이 단계에서는 전류가 흐르는 전선 위와 아래에 나침반을 놓았을 때 나침반 바늘이 어떻게 움직이는지 발견하게 한다.

- ▷ 전선을 나침반 바늘과 나란하게 나침반 위에 놓고 전류를 흘려주면서 나침반 바늘의 움직임을 관찰하여 봅시다. **실관** - 나침반 바늘이 움직여서 전선과 바늘이 각을 이룹니다. - 나침반 바늘의 N극이 왼쪽으로 움직입니다.
- ! 전구를 사용하여 전기 회로에 전류가 흐름을 확인한 후 실험하게 한다.
- ▷ 전선을 나침반 바늘과 나란하게 나침반 아래에 놓고 전류를 흘려주면서 나침반 바늘의 움직임을 관찰하여 봅시다. **실관** - 나침반 바늘의 N극이 오른쪽으로 움직입니다.
- ▷ 전류가 흐르는 전선 주위에서 나침반 바늘은 어떻게 되는지 말하여 봅시다. - 전류가 흐르는 전선 주위에서 나침반 바늘이 왼쪽 또는 오른쪽으로 움직입니다.
- ! 전류의 방향에 따라 나침반 바늘이 왼쪽 또는 오른쪽으로 움직일 수 있으므로 왼쪽, 오른쪽 방향을 강조하기 보다는 방향을 바꾸게 하는 요소가 있음을 알게 한다.

3. 자료 추가 제시 및 관찰 탐색

이 단계에서는 전지의 극을 반대로 하여 전류가 흐르는 전선 위와 아래에 나침반을 놓을 때 나침반 바늘이 어떻게 움직이는지 발견하게 한다.



80

전류가 흐르는 전선 주위에서 일어나는 현상은 무엇 때문일까요?

교과서 166~167쪽

1. 나침반 바늘과 전선을 나란하게 놓은 후 스위치를 닫을 때 나침반 바늘의 움직임을 관찰하고, 나침반 바늘을 그려 봅시다. 그리고 바늘이 움직인 방향을 말하여 봅시다.
 - (1) 전선을 나침반 위에 놓을 때
 - (2) 전선을 나침반 아래에 놓을 때
2. 전류의 방향을 반대로 하였을 때, 나침반 바늘의 움직임을 관찰하고, 나침반 바늘을 그려 봅시다. 그리고 바늘이 움직인 방향을 말하여 봅시다.
 - (1) 전선을 나침반 위에 놓을 때
 - (2) 전선을 나침반 아래에 놓을 때
3. 전류가 흐르는 전선 주위에 놓은 나침반의 바늘이 움직인 이유는 무엇인지 써 봅시다.

전류가 흐르는 전선 주위에 생긴 자기장 때문입니다.

전선 주위에 자기장이 생겼기 때문입니다.

생각해 볼까요?

1. 전류가 흐르는 전선 주위에 생긴 자기장은 어떤 특징을 가지고 있는지 생각하여 봅시다.

전선이 놓인 위치에 따라 자기장의 방향이 다릅니다.

전류가 흐르는 방향에 따라 자기장의 방향이 다릅니다.

81

수업 도우미

전선과 나침반 바늘의 방향이 나란해야 하는 이유는?

자기장의 방향은 나침반 바늘의 N극이 가리키는 방향으로 약속되었다. 직선 전류에 의해 전선 주위에 생기는 자기장은 동심원을 이루므로 전선 주위의 모든 점에서 자기장은 전선과 수직하게 형성된다. 그러므로 전선 주위에 나침반을 놓으면 나침반 바늘은 전선과 수직이 되기까지 회전한다. 그런데 전선과 나침반 바늘을 처음부터 수직으로 놓으면 나침반 바늘이 회전하지 않고 처음 상태를 그대로 유지하게 되므로 전류에 의한 자기장의 방향으로 나침반 바늘이 다시 정렬되는 것을 관찰할 수 없다. 반면 나침반 바늘을 전선과 나란하게 놓으면, 바늘이 회전하는 현상을 잘 관찰할 수 있다.

지구 자기장

나침반의 N극이 북쪽을 가리키는 것은 지구 자체가 거대한 자석이기 때문이다. 그러나 지구 자극은 지리상의 극과 일치하지 않는다. 북반구의 자극(자북)은 지리적 북극(진북)에서 1800km 떨어진 캐나다 북부의 허드슨 만 근처라고 한다. 따라서 나침반이 가리키는 방향과 진북 사이에는 차이가 있으며 이를 자기 편각이라 한다. 지구가 자석인 이유는 아직 정확히 밝혀지지 않았다. 지구 자기장의 형상은 마치 지구 중심부에 커다란 막대 자석이 있는 것처럼 생겼다. 그러나 지구는 막대 자석처럼 자화된 철 조각이 아니다. 지구 내부는 너무 뜨거워서 보통 자석처럼 원자들이 정렬하여 그대로 있을 수 없기 때문이다. 이보다는 지각 밑에서 대류하고 있는 고온의 용융 대전 입자들이 만드는 전류가 오히려 자기장의 원인이라는 학설이 더 유력하다. 게다가 지구 자기장은 고정되어 있지 않고, 지구 자극의 N극과 S극이 바뀌는 자극 역전 현상이 일어난다. 그 주기는 비록 불규칙하지만, 지난 5백만 년 동안 약 20번 이상 바뀐 것으로 밝혀졌다.

학생 활동

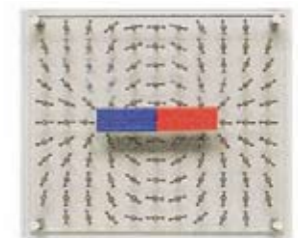
자기력의 성질 조사

다음은 막대 자석 주변에 뿌려진 철 가루와 나침반의 모습이다. 이것을 보고 막대 자석이 만드는 자기장의 특징을 알아보자.

1. 자기력선을 그려 보자.
2. 자기력의 방향을 화살표로 표시해 보자.
3. 쇠붙이를 가까이 할 때 쇠붙이가 가장 잘 붙는 곳을 표시해 보자.

(정답 및 해설)

1. 자기력선은 철 가루나 자침이 늘어난 모습과 비슷하다.
2. N극에서 나와 S극을 향한다(나침반을 보고 알 수 있다.).
 - 자기력은 다른 힘과 마찬가지로 일정한 방향이 있다.
 - 자기력의 방향은 N극에서 나와 S극을 향하는 것으로 약속되었다.
 - 자석의 극을 모를 때에는, 나침반의 N극이 가리키는 방향을 보고 자기장(자기력)의 방향을 알아낸다.
3. 양극 주변



- ▷ 전지의 극을 반대로 바꾸고 전류를 흘려주면서 나침반 바늘이 움직이는 방향을 “실험 관찰”에 나타내어 봅시다.
 - 전선을 나침반 위에 놓을 때 나침반 바늘은 N극이 오른쪽으로 움직입니다.
 - 전선을 나침반 아래에 놓을 때 나침반 바늘은 N극이 왼쪽으로 움직입니다.

4. 규칙성 발견 및 개념 정리

이 단계에서는 앞의 두 개 단계에서 귀납한 규칙성을 노출하여 표상 형태의 개념으로 정리하는 단계이다.

- ▷ 실험에서 전류가 흐르는 전선 주위에서 공통적으로 일어난 현상을 말하여 봅시다.
 - 전선에 전류를 흐르게 하면 나침반의 바늘이 움직입니다.
- ▷ 이때 일어나는 현상은 전류 대신 무엇이 있을 때 나타나는 현상과 비슷합니까?
 - 자석 주위에서 나타나는 현상과 같습니다.
 - 자기장이 있을 때 나타나는 현상입니다.
- ▷ 전류가 흐르는 전선 주위에 무엇이 있다고 할 수 있습니까? **실관**
 - 전류가 흐르는 전선 주위에 자기장이 있음을 알 수 있습니다.

5. 적용 및 응용

이 단계에서는 전류가 흐르는 전선 주위에 자기장이 있다는 개념을 다른 상황에 적용하여 개념을 견고하게 하고 정착하게 한다. 이를 위하여 학습한 개념을 가능한 여러 가지 상황에 적용하게 하면 좋다.

- ▷ 전류가 흐르는 전선 주위에 생긴 자기장은 어떤 특징을 가지고 있는지 말해 봅시다. **실관**
 - 나침반을 움직이게 합니다.
 - 전선의 위, 아래, 옆에서 모두 자기장이 발견됩니다.
 - 전선이 놓인 위치에 따라 자기장의 방향이 다릅니다.
 - 전선으로부터 멀어지면 자기장이 약해집니다.
 - 전류가 흐르는 방향에 따라 자기장의 방향이 다릅니다.

더 탐구해 볼까요?

- ▷ 그림과 같이 전선을 나침반 위에 나침반 바늘과 수직이 되게 놓은 다음, 전기 회로의 스위치를 닫을 때 나침반 바늘이 어떻게 움직이는지 관찰하여 봅시다.
 - 나침반 바늘은 움직이지 않습니다.
 - 나침반 바늘이 정반대로 움직이기도 합니다.

형성 평가

1. 전류가 흐르는 전선 주위에 놓은 나침반 바늘이 움직이거나 방향이 달라지는 현상은 무엇 때문입니까?
(전선 주위에 자기장이 있기 때문입니다.)
2. 전류가 흐르는 전선 주위에 있는 자기장의 방향을 바꿀 수 있는 방법을 말하여 봅시다.
(전류의 방향을 바꿉니다. 전지의 극을 바꿉니다. 등)

지도상의 유의점

1. 실험과 관찰을 통하여 전선 주위에 자기장이 있음만 지도하고, 자기장의 방향은 지도하지 않는다.
2. ‘더 탐구해 볼까요’에 사용하는 나침반은 지름이 2.5cm이며, 원형 자기장을 관찰할 수 있다.
3. 실험 과정에서 나침반을 남북으로 먼저 고정시킨 다음, 전선을 움직여 전류에 의한 자기장의 효과를 관찰하게 한다.

학습 목표

1. 고리 모양의 전선에 전류가 흐르면 고리 주위에 자기장이 생김을 설명할 수 있다.
2. 고리 모양의 전선 주위에서 극을 찾을 수 있다.

수업의 개관

1 탐색 및 문제 파악	• 고리 모양의 전선 주위에 나침반을 놓을 때 나타나는 현상이 아기하기
2 자료 제시 및 관찰 탐색	• 고리 모양의 전선 만들기 • 고리 전선에 전류를 흐르게 할 때 나침반 바늘이 가리키는 방향 관찰하기
3 자료 추가 제시 및 관찰 탐색	• 전지의 극을 바꾸고 나침반을 고리 주변에 놓으며 관찰하기 • 나침반 바늘의 움직임 관찰하기
4 규칙성 발견 및 개념 정리	• 고리 전선 주위에 무엇이 있는지 생각해 보기
5 적용 및 응용	• 고리 전선 주위에서 극 찾기

수업 모형 선정의 이유

본 차시는 고리 모양의 전선 주위에 나침반을 놓을 때 나타나는 여러 가지 현상을 관찰하고, 고리 전선 주위에서도 나침반의 바늘이 달라짐을 귀납 추리를 통해 발견하는 발견 학습 모형으로 구성하였다.

수업 동기 유발

전 차시에 전류가 흐르는 전선 주위에 자기장이 있음을 확인하는 실험을 했음을 상기시키면서, 고리 모양으로 만든 전선 주위에도 자기장이 있을지를 생각하게 한다.


준비물

전지, 전지 끼우개, 집게 전선, 전선 1m, 전구, 소켓, 스위치, 나침반

고리 모양의 전선 주위에서 나침반 바늘은 어떻게 될까요?

전류가 흐르는 전선 주위에서 나침반 바늘은 일정한 방향을 가리킵니다. 고리 모양으로 만든 전선 주위에서는 나침반 바늘이 어떻게 움직이는지 관찰하고, 그렇게 움직이는 이유를 생각해 봅시다.

무엇이 필요할까요?
전지, 전지 끼우개, 집게 전선 2개, 전선, 전구, 소켓, 스위치, 나침반



168

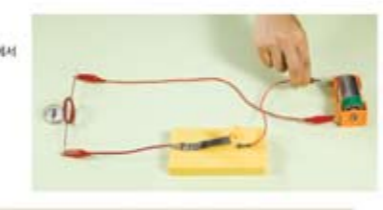
어떻게 할까요?

1. 동근 물체를 이용하여 전선을 약 5회 정도 감아 고리 모양을 만듭니다.
2. 고리 모양의 전선을 세워서 전기 회로에 연결합니다.
3. 나침반 바늘과 고리 모양의 전선을 나란하게 놓고 스위치를 누르면 나침반 바늘의 움직임을 관찰하여 봅시다.
4. 나침반을 고리의 반대쪽으로 옮긴 다음 나침반 바늘의 움직임을 관찰하여 봅시다.
5. 전류의 방향을 반대로 하고, 나침반 바늘의 움직임을 관찰하여 봅시다.
6. 전류가 흐르는 고리 모양의 전선 주위에 무엇이 있는지 생각해 봅시다.

전류가 흐르는 고리 모양의 전선에서 막대 자석과 같은 두 종류의 극을 찾을 수 있습니다. 전지의 극을 반대로 하면 전류가 흐르는 방향이 바뀌고, 고리 모양 전선의 극도 바뀝니다.

생각해 볼까요?

1. 전류가 흐르는 고리 모양의 전선에서 두 개의 극을 찾아봅시다.




칭의 활동
직선 모양의 전선과 고리 모양의 전선에서 생기는 자기장의 모습이 어떻게 다른지 생각해 봅시다.

169

고리 모양의 전선 주위에서 나침반 바늘은 어떻게 될까요?

교과서 168~169쪽

1. 고리 모양의 전선에 전류를 흐르게 할 때 나침반 바늘의 움직임을 관찰하고, 나침반 바늘을 그려 봅시다. 그리고 바늘이 움직인 방향을 말하여 봅시다.



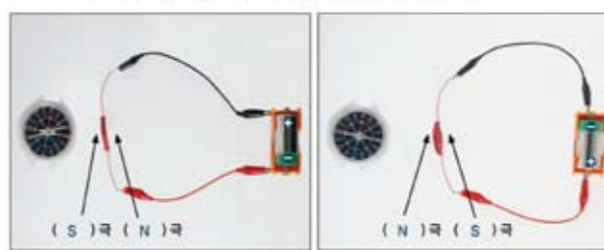
2. 전류의 방향을 반대로 하였을 때, 나침반 바늘이 어떤 방향으로 움직이는지 써 봅시다.
나침반 바늘이 처음과 반대로 움직입니다.
전지의 극을 바꾸면 전류의 방향이 달라져서 나침반 바늘이 반대 방향을 가리킵니다.

82

3. 전류가 흐르는 고리 모양의 전선 주위에는 무엇이 있다고 생각하는지 써 봅시다.
나침반 바늘이 움직이는 것으로 보아 자기장이 있다고 생각합니다.

생각해 볼까요?

1. 전류가 흐르는 고리 모양의 전선에서 두 개의 극을 찾아 그림 위에 표시하여 봅시다.



(S)극 (N)극 (N)극 (S)극

83

1. 탐색 및 문제 파악

이 단계에서는 고리 모양의 전선 주위에 어떤 현상이 있는지 관심을 갖게 하여 학습 문제를 인식하게 한다.

- ▷ 동근 물체를 이용하여 전선을 약 10회 정도 감아 고리 모양을 만듭니다.
- ▷ 고리 모양으로 만든 전선을 세우고 전기 회로에 연결합니다. 고리 옆에 나침반을 놓고 스위치를 누르면 나침반 바늘은 어떻게 될지 생각해 봅시다.
- ▷ 이번 수업 목표를 말하여 봅시다.
 - 고리 모양의 전선에 전류가 흐르면 고리 주위에 자기장이 생기는지 확인하여 봅시다.
 - 고리 주위에서 자석과 같이 극을 찾아봅시다.

2. 자료 제시 및 관찰 탐색

이 단계에서는 고리 모양의 전선에 전류를 흐르게 했을 때 고리 주위에서 나침반 바늘이 움직이는지 발견하게 한다.

- ▷ 고리 모양의 전선 주위에 나침반을 놓고 스위치를 누를 때 나침반 바늘의 움직임을 관찰해 봅시다. **실관**
- 나침반 바늘이 고리의 중심 쪽으로 움직입니다.
- ! 전구를 연결하여 전기 회로에 전류가 흐르는 것을 확인한 후, 실험하게 한다.
- ▷ 나침반의 위치를 반대로 옮긴 후 전류를 통하게 했을 때 나침반 바늘의 움직임을 관찰하여 봅시다. **실관**
- 나침반 바늘이 움직여서 남북과는 다른 방향을 가리킵니다.
- 고리의 어느 쪽에 있는가에 따라 나침반 바늘이 가리키는 방향이 다릅니다.

3. 자료 추가 제시 및 관찰 탐색

이 단계에서는 추가 자료인 전지의 극을 반대로 할 때도 고리 주위에서 나침반 바늘이 어떻게 움직이는지 발견하게 하여 귀납 추리를 강화하도록 한다.

- ▷ 전지의 극을 반대로 한 후 고리 모양의 전선에 전류를 흐르게 할 때 고리 전선 주위에서 나침반 바늘의 움직임을 관찰하여 봅시다. **실관**
- 나침반 바늘이 처음과 반대로 움직입니다.
- ▷ 나침반의 위치를 반대로 옮긴 후 전류를 통하게 했을 때 나침반 바늘의 움직임을 관찰하여 봅시다.
- 전지의 극을 바꿀 때 고리 너머에서도 나침반 바늘의 움직임이 달라집니다.
- 전류의 방향이 바뀌면 나침반 바늘의 움직임이 달라집니다.

4. 규칙성 발견 및 개념 정리

이 단계에서는 찾아낸 규칙성을 정리하는 단계이다.

- ▷ 고리 모양의 전선에 전류가 흐를 때, 전선 주위에 무엇이 있습니까? 또 나침반 바늘이 가리키는 방향은 어떠합니까? **실관**
 - 나침반의 바늘이 움직이는 것으로 보아 자기장이 있습니다.
 - 나침반 바늘은 고리의 중심을 향하고 있습니다.
- ▷ 고리 모양의 전선에 연결된 전지의 극을 바꿀 때 나침반 바늘이 달라진 까닭은 무엇입니까?
 - 전지의 극을 바꾸면 전선에 흐르는 전류의 방향이 바뀝니다.
 - 전류의 방향이 바뀔 때 나침반 바늘의 방향도 반대로 바뀝니다.
- ▷ 나침반 바늘이 가리키는 모양으로 보아 전류가 흐를 때 고리 모양의 전선은 무엇과 같습니까?
 - 자석과도 같습니다.

5. 적용 및 응용

이 단계에서는 앞의 두 단계에서 귀납한 규칙성을 노출하여 표상 형태의 개념으로 정리하는 단계이다.

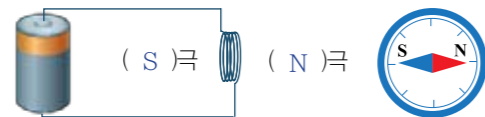
- ▷ 전류가 흐르는 고리 모양의 전선에서 두 개의 극을 찾아봅시다. **실관**
 - 나침반의 N극이 가리키는 방향이 S극입니다.
 - 나침반의 S극이 가리키는 방향이 N극입니다.
- ▷ 고리 모양의 전선에서 찾은 두 개의 극과 자석에서의 극을 비교하여 봅시다. 어떤 공통점이 있습니까?
 - 고리 모양의 전선에서 찾은 두 개의 극은 자석과 비슷합니다.
 - 고리 모양의 전선은 막대 자석과도 같습니다.

창의 활동

- ▷ 직선 모양의 전선과 고리 모양의 전선에서 생기는 자기장의 모습이 어떻게 다른지 생각하여 봅시다.
 - 직선 모양의 전선에서 생기는 자기장은 전선을 감싸고 있는 모양입니다.
 - 고리 모양의 전선에서 생기는 자기장은 막대 자석이 만드는 자기장과 같은 모습입니다.

형성 평가

1. 전류가 흐르는 고리 모양의 전선 주위에 생긴 자기장의 영향으로 나타나는 현상을 써 봅시다. (나침반 바늘이 움직입니다. 나침반 바늘의 움직이는 방향이 달라집니다. 등)
2. 고리 전선 주위에서 양극을 찾아 나타내어 봅시다.



지도상의 유의점

1. 전류와 자기장을 눈으로 볼 수 없기 때문에 학생들이 어려워 할 수 있다. 그러므로 전류가 흐르는 고리 모양의 전선이 자석 역할을 한다는 것을 나침반 바늘의 움직임 관찰 등 조작적 활동을 통해서 이해할 수 있게 한다.

자료실

개념 해설

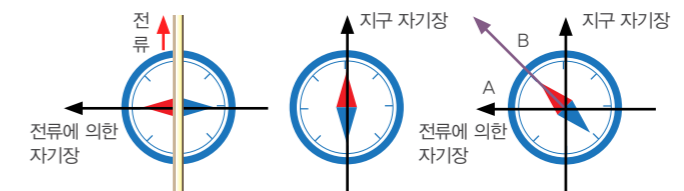
고리 모양 전류와 자기력의 방향

전류 주변에 나침반을 놓고 자침의 방향을 살펴보면 자기력의 방향을 알 수 있다. 전지의 극을 반대로 하여 전류 방향을 바꾸면 나침반 바늘의 방향도 반대가 된다. 만일 둥근 고리 모양의 전선을 관찰하면 자기장의 형태는 어떻게 될까? 이때 각 부분의 자기력선을 합하면, 고리 안쪽에서 솟구쳐 바깥으로 감겨 드는 다발 형태로 보인다. 고리를 하나 더 만들어 두 겹으로 하면 고리 안의 자기장 다발은 두 배로 뽕뽕해질 것이다. 감은 고리의 수가 많아지면 자기력선도 이에 비례해서 늘어나 자기장이 더욱 강해진다. 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. 이때, 엄지와 나머지 손가락이 가리키는 평면은 서로 수직이며, 이 둘이 한 평면 위에 있는 것이 아님을 유의해야 한다.

수업 도우미

나침반 바늘은 90° 이상 돌아갈 수 있을까?

전선을 나침반 바늘 위에 나란히 걸쳐 놓고 전류를 세게 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.



전류의 방향으로부터 자기장의 방향을 알 수 있을까?

전류 때문에 생기는 자기장의 방향은 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.

전자석은 어떤 성질을 가지고 있을까요?

학습 목표

1. 전자석을 만들고 그 성질을 설명할 수 있다.
2. 전자석과 영구 자석의 성질을 비교하여 설명할 수 있다.

수업의 개관

1 탐색 및 문제 파악	• 못에 에나멜선을 감고 전류를 흘리면 어떻게 될지 예상해 보기
2 자료 제시 및 관찰 탐색	• 에나멜선으로 감은 못을 못핀에 가져가 보기
3 자료 추가 제시 및 탐색	• 에나멜선으로 감은 못 주위에 생긴 철 가루 모습 관찰하기 • 나침반 바늘이 가리키는 방향 관찰하기
4 규칙성 발견 및 개념 정리	• 전류가 흐를 때 에나멜선으로 감은 못의 성질 정리하기
5 적용 및 응용	• 전자석과 영구 자석의 성질 비교하기 • 일상생활에서 전자석이 이용되는 예 찾기

수업 모형 선정의 이유

본 차시는 전류가 흐르는 에나멜선으로 감은 못 주위에 나타나는 여러 가지 현상을 관찰하고, 영구 자석과 비교하여 전자석의 성질을 발견하도록 하는 발견 학습 모형으로 구성하였다.

수업 동기 유발

고리 모양의 전선에 전류가 흐를 때 고리 전선이 막대 자석과 비슷했음을 상기시키면서, 고리 모양을 여러 번 감아 강한 자석을 만들 수 있다고 흥미를 북돋운다.

준비물

전지, 전지 끼우개, 집게 전선, 전구, 소켓, 스위치, 못, 종이, 에나멜선, 사포, 가위, 투명 아크릴판, 스티로폼 조각 4개, 철 가루, 철 가루 뿌리개, 나침반 8개, 못핀, 셀로판테이프



전자석은 어떤 성질을 가지고 있을까요?

전류가 흐르는 전선 주위에 생기는 자기장을 이용하여 전자석을 만들어 보고, 전자석은 어떤 성질을 띠는지 알아봅시다.



무엇이 필요할까요?

전지, 전지 끼우개, 집게 전선 2개, 전구, 소켓, 스위치, 못, 흰 종이, 에나멜선, 사포, 가위, 투명 아크릴판, 스티로폼 조각 4개, 철 가루, 철 가루 뿌리개, 나침반 8개, 못핀, 셀로판테이프



어떻게 할까요?

1. 못에 에나멜선을 감고 전류를 흘려 주면 어떻게 되는지 예상하여 봅시다.
2. 종이로 감은 못을 에나멜선으로 촘촘히 감고, 에나멜선 양 끝의 피복을 사포를 이용하여 벗겨 냅니다.
3. 에나멜선의 양 끝을 전기 회로에 연결하고, 전자를 못핀에 가까이 가져옵니다.
4. 스위치를 닫을 때와 열 때, 못핀이 어떻게 되는지 관찰하여 봅시다.



5. 전자석 위에 투명 아크릴판을 놓고 철 가루를 뿌려 봅시다. 스위치를 닫을 때, 철 가루가 늘어선 모양을 관찰하여 봅시다.
6. 전자석 주위에 나침반을 놓고, 나침반 바늘의 움직임을 관찰하여 보면서 전자석의 극을 알아봅시다.
7. 전류의 방향을 반대로 하여 실험해 봅시다.



원통 모양으로 감은 에나멜선으로 전류를 흐르게 하면 에나멜선 주변에 자석처럼 자기장이 생깁니다. 전류가 흐를 때 자기장이 만들어지는 자석을 **전자석**이라고 합니다. 원통 모양의 에나멜선 속에 철심을 넣으면 더 강한 전자석이 됩니다.



생각해 볼까요?

1. 영구 자석과 비교하여 전자석의 성질을 정리해 봅시다.

창의 활동

전자석의 성질을 이용하여 생활을 편리하게 할 수 있는 발명품을 고안해 봅시다.



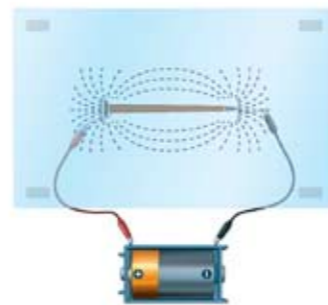
전자석은 어떤 성질을 가지고 있을까요?

교과서 170~171쪽

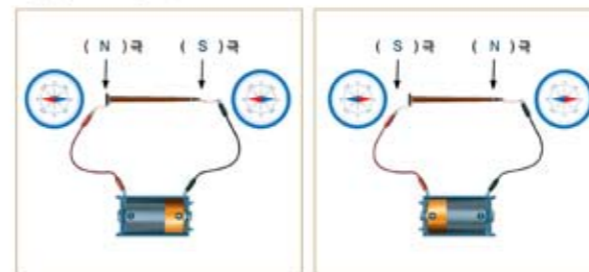
1. 전기 회로에 연결한 전자석을 못핀에 가까이 가져가면 못핀이 어떻게 되는지 관찰하여 봅시다.

스위치를 닫았을 때	못핀이 전자석에 붙는다.
스위치를 열었을 때	전자석에서 못핀이 떨어진다.

2. 전자석 위에 철 가루가 늘어선 모양을 나타내어 봅시다.



3. 전자석 주위에 놓은 나침반 바늘의 움직임을 관찰하고, 나침반 바늘을 나타내어 봅시다. 이때, 전자석의 극을 표시하여 봅시다.



생각해 볼까요?

1. 영구 자석과 비교하여 전자석의 성질을 정리하여 써 봅시다.

전류가 흐를 때 자석의 성질을 갖습니다.
 전류가 흐를 때 못핀과 같은 철로 된 물체가 붙습니다.
 자석과 같이 N극과 S극이 있습니다.
 전류의 방향이 달라지면 전자석의 극도 달라집니다.
 극을 바꿀 수 있습니다.

1. 탐색 및 문제 파악

이 단계에서는 고리 모양의 전선 주위에 생긴 현상을 이용하여 전자석을 만드는 데 관심을 갖게 하여 학습 문제를 인식하게 한다.

- ▷ 고리 모양처럼 못에 에나멜선을 감고 전류를 흘리면 못은 어떻게 될지 예상해 봅시다.
 - 주위에 자기장이 생깁니다.
 - 나침반의 바늘이 약간 흔들립니다.
- ▷ 수업 목표를 말해 봅시다.
 - 전자석을 만들어 봅시다.
 - 전자석과 영구 자석의 성질을 비교하여 봅시다.

2. 자료 제시 및 관찰 탐색

이 단계에서는 전자석을 만들고, 전자석에 못핀을 붙여 보는 등의 활동을 통해 전자석의 특징을 관찰하게 한다.

- ▷ 못에 에나멜선을 촘촘히 감고 에나멜선을 전기 회로에 연결하여 봅시다.
 - ! 전기 회로에 전구를 연결하여 전류가 흐름을 확인한 후, 전구 자리에 전자석을 대신 연결하여 실험하게 한다.
- ▷ 전기 회로의 스위치를 닫을 때, 에나멜선으로 감은 못을 못핀에 가까이 가져가면서 못핀이 어떻게 되는지 관찰하여 봅시다. **실관**
 - 못핀이 전자석에 붙습니다.
- ▷ 전기 회로의 스위치를 열 때, 에나멜선으로 감은 못 주위의 못핀은 어떻게 되는지 관찰하여 봅시다. **실관**
 - 못핀이 에나멜선으로 감은 못에서 떨어집니다.

3. 자료 추가 제시 및 탐색

이 단계에서는 전자석 주위에 철 가루를 뿌리거나, 나침반을 가까이하는 추가 활동을 함으로써 전자석의 특징을 발견하게 한다.

- ▷ 에나멜선으로 감은 못 위에 투명 아크릴판을 놓고 철 가루를 뿌려 관찰해 봅시다. 철 가루는 어떻게 됩니까? **실관**
 - 철 가루가 늘어선 모습을 그립니다.
 - 막대 자석 주위의 철 가루 모습과 비슷합니다.
- ▷ 에나멜선으로 감은 못 주위에 나침반을 가까이 하여 나침반 바늘의 움직임을 관찰하여 봅시다. 전지의 극을 바꾸어서도 실험하여 봅시다. **실관**
 - 나침반이 에나멜선으로 감은 못을 향합니다.
 - 전지의 극을 바꿀 때 나침반이 가리키는 방향이 바뀝니다.

4. 규칙성 발견 및 개념 정리

이 단계에서는 앞의 두 단계에서 귀납한 규칙성을 노출하여 표상 형태의 개념으로 정리하는 단계이다.

- ▷ 전류가 흐를 때, 에나멜선으로 감은 못의 성질을 정리하여 봅시다.
 - 못핀이 전자석에 붙습니다.
 - 철 가루가 일정하게 배열합니다.
 - 나침반의 바늘이 움직입니다.
 - 에나멜선으로 감은 못에는 N극과 S극이 생깁니다.
 - 전류의 방향이 바뀌면 N극과 S극의 위치가 바뀝니다.
 - 전류가 흐르지 않을 때 못핀은 에나멜선으로 감은 못에 붙지 않습니다.
- ▷ 철로 된 물체에 에나멜선을 감고 전류를 흐르게 하면 강한 자기장이 생기는데, 이런 자석을 '전자석'이라고 합니다.

5. 적용 및 응용

이 단계에서는 전자석의 특징을 일상생활의 상황에 적용하여 전자석에 관련된 현상을 견고하게 정착시키도록 한다. 이를 위하여 학습한 개념을 가능한 여러 가지 상황에 적용하게 하면 좋다.

- ▷ 영구 자석과 비교하여 전자석의 성질을 정리하여 봅시다. **실관**
 - 전자석은 전류가 흐를 때만 자석과 같은 성질을 갖습니다.
 - 전자석은 전류의 방향이 바뀔 때 두 극의 위치가 바뀝니다.
 - 전자석은 여러 모양으로도 만들 수 있습니다.
- ▷ 일상생활에서 전자석이 이용되는 예를 찾고자 할 때 어떤 점에 유의해야 하는지 알아봅시다.
 - 자석이 이용된 사물 중에서 전자석과 같은 성질을 나타내는 물체를 찾아야 합니다.
 - 전자석이 어느 부분에 있는지 정교하게 관찰하고, 에나멜선과 전전지가 어디에 있는지 찾아보아야 합니다.

창의 활동

- ▷ 전자석의 성질을 이용하여 생활을 편리하게 할 수 있는 발명품을 고민해 봅시다.
 - 자동문 개폐기, 초인종, 간이 전자석 기증기 등입니다.
- ! 전류가 흐를 때만 자석이 되고, 전류의 방향을 바꿈으로써 자석의 극을 바꿀 수 있다는 전자석의 성질을 이용하여 우리 생활을 편리하게 할 수 있는 발명품 아이디어를 생각해 본다.

형성 평가

- 1. 철로 된 물체에 에나멜선을 감고 전류를 흐르게 하여 만든 자석을 무엇이라고 합니까? (전자석)

과학 이야기

전자석의 이용



무겁고 긴 철관이나 철 성자를 운반할 때에는 주로 전자석 기증기를 사용합니다. 기증기의 대부분은 전자석이 든 사각형 모양의 철이 여러 개 있습니다. 전기 회로의 스위치를 닫으면, 각 철이 모두 강력한 전자석이 되어 여기에 무겁고 긴 철관이나 철봉을 붙일 수 있습니다. 철봉을 다른 곳으로 옮긴 다음 전기 회로의 스위치를 열면, 기증기의 철봉이 분리됩니다.

부거운 철 재물을 운반하는 전자석 기증기



전류가 흐를 때만 철을 끄는 전자석의 성질을 이용하면, 전류를 흐르게 하거나 끊음으로써 전자석에 붙었다 떨어지게 하는 종을 만들 수 있습니다. 과거에는 이 원리를 이용하여 초인종을 만들었습니다.

초인종기 내부 구조

① 스위치
② 전자석에 전류가 흐르면, 이 부분의 연결이 끊어집니다. 전자석에 전류가 흐르지 않으면, 스프링 때문에 편이 되돌아가 이 부분이 연결됩니다.
③ 종 치는 부분

스피커의 내부에 있는 전자석은 얇은 판을 진동시켜 소리를 내는 데 사용됩니다. 아래의 스피커의 내부 구조 그림에서 전자석은 중심이 없는 원통 모양으로 되어 있습니다. 얇은 판을 붙인 전자석을 둥근 영구 자석에 끼웁니다. 전기 회로의 스위치를 닫으면, 전자석은 둥근 영구 자석에 의해 밀려가니 떨어지게 됩니다. 이때, 진동의 방향이 계속 바뀌면서 전자석과 얇은 판은 진동합니다. 이렇게 얇은 스피커에 라디오를 연결하면 라디오 소리를 들을 수 있습니다.




여러 가지 모양의 스피커

스피커의 내부 구조

2. 다음 중 전자석에 대한 설명으로 옳지 않은 것은 무엇입니까? (⑤)

- ① 2개의 극이 있다.
- ② 쇠붙이가 붙는다.
- ③ 극을 바꿀 수 있다.
- ④ 원할 때만 자석이 된다.
- ⑤ 전류가 흐르지 않아도 자기력이 발생한다.

지도상의 유의점

- 에나멜선의 양끝은 사포 등으로 긁어서 확실하게 에나멜을 벗겨 낸다.
- 에나멜선의 굵기는 직경이 1mm 내외인 것이 적당하다.
- 철 못에 종이나 테이프 등을 감아서 에나멜선이 단락되는 것을 미리 방지한다.
- 에나멜선을 촘촘히 100회 정도 감는 것이 적당하다.
- 전자석의 세기가 약해서 철 가루의 모양이 제대로 나오지 않으면 전지를 한 개 더 직렬로 연결하여 실험한다.
- 전자석 위의 투명 아크릴판에 철 가루를 뿌린 후 아크릴판을 손으로 톡톡 쳐 주어야 자기장의 모양이 잘 나타난다.
- 전류의 방향에 따른 전자석의 극 변화를 설명할 때 전류의 방향이 바뀌면 전자석의 극이 바뀐다는 점만 지도한다.

과학 이야기 구성 의도

우리 생활에서 다양하게 사용되고 있는 전자석이 구체적으로 어디에 어떻게 사용되는지 설명하기 위해서 제시하였다. 학생들이 전자석과 관련된 여러 활동을 하지만 실제로 우리 생활에서 활용되고 있는 전자석은 그 형태가 교과서에서 만든 전자석과는 많이 다르다. 따라서 전자석의 이용이라는 과학 이야기를 통해서 우리 생활 주변에서 전자석이 다양하게 이용되고 있음을 확인할 수 있도록 계획하였다. 우리 생활에서 전자석이 가장 많이 사용되는 사례인 전자석 기증기, 초인종, 스피커 등을 소개하였다.

사고 확장하기

- ▷ 이 밖에 전자석이 이용되는 사례에는 어떤 것이 있을까요?
 - 초인종, 전신기, 자기 부상 열차, 재활용품 처리장의 쇠붙이 수거 장치, 자화기, 자화 소거 장치, 카세트 헤드, 플로피 디스크 또는 하드 디스크 헤드 등
- ▷ 가정에서 전자석이 이용된 물건에는 어떤 것들이 있는지 찾아봅시다.
 - 헤어드라이어, 냉장고, 세탁기, 선풍기, 에어컨, 컴퓨터, 프린터, 환기팬, 전자레인지, 식기세척기, 전기 면도기, 자동문 개폐기 등

과학 이야기 보조 자료

쇠붙이를 들어올리는 기증기는 폐차장이나 무거운 쇠붙이를 옮기는 공장에서 주로 활용된다. 스피커에도 전자석이 이용되는데, 음향 신호가 전류 신호로 바뀌어 스피커에 전달된다. 스피커의 전자석에 이 전류 신호가 흐르게 되면 전류 신호의 변화에 따라서 전자석의 세기와 극성이 달라지면서 스피커의 고깔을 진동시키게 된다. 전자석이 가장 많이 사용되는 예는 전동기이다. 보통 전동기에는 브러쉬라고 하는 정류자가 들어 있어서 회전자가 반 바퀴 돌 때마다 전류의 방향을 바꾸어 회전자가 계속해서 회전할 수 있도록 해 준다. 최근에는 전류의 흐름을 자동으로 변화시켜서 브러쉬가 필요 없는 브러쉬리스 모터도 많이 사용되고 있다. 브러쉬리스 모터는 브러쉬가 없기 때문에 모터의 소음이 거의 없으며, 브러쉬 소모에 따른 교환의 번거로움이 없다. 아날로그 검류계, 전류계, 전압계 등에서도 전자석의 원리가 이용된다. 이들 계측기기의 바늘에는 에나멜선 고리가 달려 있어서 회로에 전류가 흐르게 되면 그 전류의 세기에 따라서 계기의 바늘이 움직이게 된다. 전류계나 검류계는 회로에 직렬로 연결해서 회로에 흐르는 전류의 세기를 측정하고, 전압계는 회로에 병렬로 연결하여 회로의 전압을 측정하는 데 이용된다. 이러한 아날로그 계측기기는 대부분 실험실에서 사용되며 실제로는 대부분 디지털 기기가 사용된다.

1. 직선 전선에 흐르는 전류의 방향과 자기장의 방향

수평한 판 위를 뚫고 수직 위로 향하는 전선에 흐르는 전류는 그 주변에 자기장을 만든다. 전류가 아래에서 위로 수직하게 올라가면 자기장의 방향은 오른손 엄지 손가락을 전류의 방향으로 하여 전선을 감아줄 때 나머지 네 손가락이 전선을 감싸는 방향과 같이 되는 것으로 정할 수 있다. 이와 같이 전류의 방향이 자기장의 방향 사이의 관계에 관한 법칙을 ‘앙페르의 법칙’이라고 한다. 또 오른손을 이용하면 쉽게 그 관계를 나타낼 수 있기 때문에 ‘오른손 법칙’으로 불리기도 한다. 그러므로 오른손 법칙은 전류의 방향과 자기장의 방향과의 관계를 쉽게 나타내는 별칭이지, 자기장의 방향을 찾는 근본적인 원리나 법칙은 아니다.

2. 직선 전선에 흐르는 전류가 만드는 자기장의 세기

직선 전류가 만드는 자기장의 세기는 어떤 성질을 가지고 있을까? 전류의 세기를 변화시키면서 나침반을 전류 가까이 가져가 자침이 도는 정도를 관찰하면 전류가 세질수록, 또 도선 가까이 갈수록 자침이 많이 돈다. 정밀한 실험에 의하면, 직선 전류가 만드는 자기장 세기는 전류의 세기에 비례하고, 도선으로부터 수직 거리에 반비례한다. 자기장의 세기의 단위는 발전기 설계에 큰 공헌을 한 테슬라(Tesla, N, 1856~1943, 미국의 전기 기술자이자 발명가로 발전기 설계에 공헌을 함)의 이름을 따서 T(테슬라라고 읽음)라 한다. 우리가 쉽게 볼 수 있는 말굽 자석이나 막대 자석의 자기장의 세기는 10^{-3} T 정도로 매우 작아 일반적으로 자기장의 단위로는 T의 10^4 배인 G(‘가우스’로 읽음)를 사용한다. 즉 흔히 쓰이는 자석의 자기장의 세기는 10G 정도에 해당한다.

직선 전선에 1A의 전류가 흐를 때 이 도선에서 1cm 떨어진 점에서 자기장의 세기는 약 2×10^{-1} (G) 정도가 된다. 이는 일반 자석의 세기보다 $\frac{1}{50}$ 정도이므로 전류에 의해 생기는 자기장의 세기는 무척 작다고 볼 수 있다.

3. 고리 모양의 전선에 흐르는 전류에 의한 자기장

고리 모양의 전선에 흐르는 전류가 만드는 자기장의 방향은 오른손 법칙을 사용하여 엄지 손가락을 전류의 방향으로 하여 전선을 감아줄 때, 네 손가락이 향하는 방향으로 정해진다. 또 이때 고리 모양의 전선의 중심에서 자기장의 세기는 직선 전류의 자기장과 같이 전류의 세기에 비례하고, 전선으로부터의 거리에 반비례한다.

이를 과학적으로 유용한 도구로 만든 것이 솔레노이드이다. 솔레노이드는 자기장의 흐름을 직선 형태로 만들기 위해 도선을 여러 번 감아 고리 모양, 즉 원통형으로 만든 것이다. 이때 형성되는 자기장은 나란한 직선 모양으로 원통형 코일의 내부를 통과하고 그 세기도 일정하다. 또 그 내부에 자석을 넣어 솔레노이드의 자기장을 더 강하게 만들 수 있다. 전기 공학에서 솔레노이드는 전자석과 동일한 것으로 본다.

개념 해설

철심이 없는 전자석이 있을까?

코일 속에 여러 가지 막대를 끼워서 전자석의 세기를 비교해 보면, 철심을 끼우는 경우에는 쇠붙이가 잘 끌려오지만 다른 막대를 끼우면 잘 끌려오지 않는다는 것을 알 수 있다. 그 이유는 무엇일까? 우리는 앞 단원에서 전류가 흐르는 전선만으로도 자기력을 낸다는 것을 다룬 바 있다.

그러므로 코일 속에 철심이 없거나 다른 막대를 넣는다 하더라도, 전자석 역할을 못하는 것은 아니다. 그러나 실제 전자석은 모두 내부에 철심을 넣어 만든다. 그 이유는 코일에 흐르는 전류가 만든 자기장에 의해 철심도 자화되기 때문이다. 더욱이 코일이 철심에 유도한 자기장은 코일 자체의 자기장보다 약 1000배나 되는 세기이다. 그러므로 철심을 넣지 않은 경우와 비교할 때, 자기력의 세기가 엄청나게 큰 차이가 나는 것이다.

수업 도우미

전자석을 만들 때 철 못을 불에 달구는 이유는?

전자석을 만들 때 사용하는 철 못은 지름이 5mm 이상, 길이는 5~8cm 정도가 적당하며, 에나멜선을 감기 전에 먼저 불에 충분히 달구어서 천천히 식혀야 한다. 이때, 철 못을 집게로 집어서 실험용 토치나 휴대용 가스 버너로 가열한다. 이처럼 철 못을 불에 달구는 이유는 철 못이 주변의 다른 자기장에 의해 이미 자화되었을 가능성이 있기 때문이다. 전자석으로 만들기 전에 못이 이미 자화되어 있다면 전류를 통하게 할 때만 전자석이 된다는 성질을 발견할 수 없을 것이다.

그러나 이렇게 달군 못을 사용한다 하더라도, 전자석으로 여러 번 사용하게 되면 다시 자화되기도 한다. 이것을 감별하려면 전자석의 전류가 흐르지 않을 때 나침반을 가까이해 보면 될 것이다.

한편, 가열한 철 못은 천천히 식혀야 한다. 철 못을 천천히 식히면 자기장에 따라 같은 방향으로 배열되어 있는 요소들의 크기가 작아져서 결국 어느 방향도 특별히 가리키지 않는 금속이 된다. 결국 어느 정도 자화된 철못은 열을 가하거나 뜨거운 상태에서 서서히 식을수록 자기장이 없는 철 못으로 만들 수 있다.

철심에 종이를 감싸는 이유는?

전자석 실험에 주로 사용하는 에나멜선은 구리선에 절연 니스를 입힌 것이다. 그런데 이 물질은 투명하여 피복이 벗겨져도 알아보기 힘들다. 게다가 철심에 에나멜선을 여러 겹 감으면 저항이 커져 과열되므로 절연 물질이 녹기도 한다. 이런 에나멜선을 그냥 감아서 쓰면 전선과 철심 사이에 그대로 전기가 통해서 단락 현상이 일어난다. 그러면 에나멜선을 여러 겹 감은 효과가 사라지므로 좋은 전자석을 만들 수 없다. 이런 문제를 미리 예방하기 위해서 철심에 종이를 감싸는 것이다. 이외에도 종이 위에 에나멜선을 감으면 에나멜선이 잘 미끄러지지 않아 더 촘촘하게 감을 수 있다.

여러 가지 막대로 전자석을 만드는 요령

여러 가지 막대로 전자석을 만드는 실험을 할 때, 모든 막대에 각각 에나멜선을 감으려면 많은 시간이 걸린다. 이런 고생을 덜기 위해서는 속이 뽕 뚫린 PVC 막대에 코일을 감아 여러 종류의 막대를 그 속에 넣었다, 뺐다 하기만 하면 된다. 이렇게 하면 재료를 바꿀 때마다 코일을 다시 감을 필요가 없어 편리하다.

어떻게 하면 센 전자석을 만들 수 있을까요?

학습 목표

1. 센 전자석을 만드는 방법에 대하여 말할 수 있다.
2. 센 전자석을 만드는 방법을 검증하기 위한 실험을 수행할 수 있다.

수업의 개관

1 탐색 및 문제 파악	• 센 전자석을 만드는 방법 이야기하기
2 가설 설정	• 전지의 수, 에나멜선의 감은 수에 따른 전자석의 세기 가설 세우기
3 실험 설계	• 가설을 검증하기 위한 변인 통제와 실험 설계
4 실험	• 전지의 수, 에나멜선의 감은 수에 따른 전자석의 세기 실험
5 가설 검증	• 가설이 맞았는지 검토하기
6 적용	• 전자석의 세기에 영향을 주는 요인 찾기 • 전자석의 세기를 조절하는 방법 생각해 보기

수업 모형 선정의 이유

본 차시는 전자석의 세기에 영향을 주는 요인을 찾는 가설 세우기와 전지의 수, 에나멜선의 감은 수에 따라 전자석의 세기를 검증하는 실험이 주요 활동이므로 탐구 수업 모형으로 구성하였다.

수업 동기 유발

탐구 수업 활동에서는 문제 파악을 위한 탐색과 가설 세우기로 동기 유발하는 것이 좋다. 가설 검증 활동에서 문제를 인식하고 가설을 세우는 것이 본 검증 실험의 동기가 될 수 있기 때문이다.

준비물

전지 3개, 전지 끼우개 3개, 집게 전선, 전구, 소켓, 스위치, 못, 종이, 에나멜선(지름 1mm), 사포, 가위, 나침반, 못핀



어떻게 하면 센 전자석을 만들 수 있을까요?

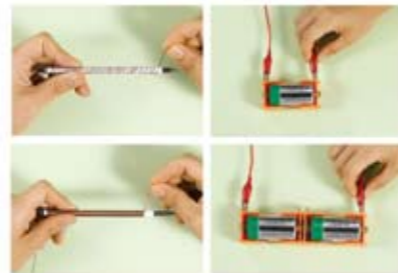
전자석을 세게 하는 방법으로는 어떤 것이 있을까요? 전자석의 특징을 이용하여 센 전자석을 만들어 봅시다.

무엇이 필요할까요?

전지 3개, 전지 끼우개 3개, 집게 전선 2개, 전구, 소켓, 스위치, 못, 종이, 에나멜선, 사포, 가위, 나침반, 못핀

어떻게 할까요?

1. 전자석의 세기에 영향을 주는 요인에 대하여 이야기해 봅시다.
2. 에나멜선의 감은 수나 전지의 개수에 따라서 전자석의 세기가 어떻게 변할지 자신의 생각을 정리하여 봅시다.



3. 전자석의 세기를 비교하는 방법을 생각하면서, 자신의 생각이 맞는지 확인하는 실험을 계획하여 봅시다.
4. 자신이 계획한 대로 실험하여 봅시다.
5. 실험 결과로부터 자신의 생각이 맞는지 확인하여 봅시다.

생각해 볼까요?

1. 전자석의 세기에 영향을 주는 요인을 생각하여 봅시다.
2. 전자석의 세기를 조절하는 방법을 생각하여 봅시다.

전자석에 전류를 흘려 주면 자기장이 생기고, 전류를 흐르지 않게 하면 자기장이 생기지 않습니다. 또, 전류의 세기나 에나멜선의 감은 수를 조절하여 자기장의 세기를 조절할 수도 있습니다.
원통 모양의 에나멜선 속에 여러 가지 종류의 다른 막대를 끼우면, 전자석의 자기장 세기는 철심을 사용한 전자석일 때와 다릅니다.

더 탐구해 볼까요?

나무못기둥에 에나멜선을 감은 자기장의 세기는 어떻게 될까요?



어떻게 하면 센 전자석을 만들 수 있을까요?

교과서 174~175쪽

1. 에나멜선의 감은 수나 전지의 개수에 따라 전자석의 세기가 어떻게 변할지 자신의 생각을 정리하여 써 봅시다.

에나멜선을 많이 감을수록 전자석의 세기가 세어질 것입니다.

전지를 많이 연결할수록 전자석의 세기가 세어질 것입니다.

혹은 에나멜선을 많이 감아도 전자석의 세기는 변함이 없을 것입니다.

전지를 많이 연결하여도 전자석의 세기는 변함이 없을 것입니다.

2. 전자석의 세기를 비교하는 실험 방법을 써 봅시다.

(1) 에나멜선의 감은 수를 달리하여 전자석의 세기 측정하기

- 에나멜선을 각각 50회, 100회, 150회 감은 전자석을 만들어 전자석을 전기 회로에 연결하고 전자석에 붙은 못핀의 개수를 셉니다.

(2) 연결한 전지의 개수를 달리하여 전자석의 세기 측정하기

- 전지를 각각 1개, 2개, 3개를 사용한 전기 회로에 전자석을 연결하고 전자석에 붙은 못핀의 개수를 셉니다.

3. 전자석의 세기를 비교하는 실험을 한 후, 실험 결과를 표로 나타내어 봅시다.

- 변화시킨 조건: 에나멜선의 감은 수
- 전자석의 세기를 비교한 방법: 전자석에 붙은 못핀의 개수

에나멜선의 감은 수(회)	전자석에 붙은 못핀의 개수 (개)
50	1
100	2
150	4

- 변화시킨 조건: 전지의 개수
- 전자석의 세기를 비교한 방법: 전자석에 붙은 못핀의 개수

전지의 개수(개)	전자석에 붙은 못핀의 개수 (개)
1	1
2	3
3	4

4. 1번에서 정리한 자신의 생각과 실험 결과를 비교하여 봅시다.
-에나멜선을 많이 감을수록 전자석에 붙은 못핀이 많았다. -전지를 많이 연결할수록 전자석에 붙은 못핀이 많았다. -에나멜선을 많이 감거나, 전지를 많이 연결할수록 전자석의 세기가 세어졌다.

생각해 볼까요?

1. 전자석의 세기에 영향을 주는 요인을 생각하여 써 봅시다.

에나멜선의 감은 수, 전지의 개수

2. 전자석의 세기를 조절하는 방법을 생각하여 써 봅시다.

에나멜선을 많이 감아 전자석을 만듭니다. 전지를 많이 연결하여 전자석을 만듭니다.

1. 탐색 및 문제 파악

이 단계에서는 전 차시에서 만든 전자석으로 못핀을 붙여 보면서 전자석에 못핀을 많이 붙게 하는 방법에 대하여 관심을 갖게 하여 학습 문제를 인식하게 한다.

- ▷ 못핀이 많이 붙을 수 있는 전자석 샘플을 보여줍니다.
- ▷ 전자석의 세기에 영향을 주는 것은 무엇일까요?
- 에나멜선의 감은 수, 전지의 수, 전류의 세기 등입니다.
- 에나멜선의 굵기, 전지의 크기, 못의 종류 등입니다.

2. 가설 설정

이 단계에서는 전자석의 세기에 영향을 주는 여러 요인 중 전지의 수와 에나멜선 감은 수의 변인에 국한하여 가설을 세우는 활동을 하게 한다.

- ▷ 여러 방법 중 전지의 개수나 못에 에나멜선을 감은 수에 따라서 전자석의 세기는 어떻게 다를지 자신의 생각을 말하여 봅시다. **실관**
- 전지의 개수가 많을수록 전자석의 세기가 세어질 것 같습니다.(또는 그 반대).
- 에나멜선의 감은 수가 많을수록 전자석의 세기가 세어질 것 같습니다.

3. 실험 설계

이 단계에서는 전지의 수와 에나멜선을 감은 수가 달라질 때 전자석의 세기에 관한 학생 각자의 가설을 검증할 실험을 설계하게 하고, 전자석의 세기를 측정하기 위한 조작적 정의를 하게 한다.

- ▷ 전지의 수 혹은 에나멜선의 감은 수에 따른 전자석의 세기에 대한 자신의 생각을 실험으로 확인하기 위하여 실험을 계획하여 봅시다. **실관**
- 전자석에 연결한 전기 회로에서 전지를 1개, 2개, 3개로 늘려가면서 전자석의 세기를 측정합니다.
- 전자석을 만들 때 사용한 에나멜선을 50회, 100회, 150회 등으로 변화시키면서 전자석의 세기를 측정합니다.
- ▷ 전지의 수 혹은 에나멜선의 감은 수에 따른 전자석의 세기를 알아보는 실험을 할 때 기록할 표를 만들어 봅시다. **실관**
▷ 전자석의 세기를 비교하는 방법을 생각하여 봅시다.
- 전자석에 붙은 못핀의 개수를 비교합니다.
- 나침반 바늘이 움직이는 각도를 비교합니다.
- 못핀이 자석에 달라 붙기 시작하는 거리 비교 등

! 실험 가능 시간이 짧은 경우, 전지의 수에 따른 실험은 각 모듈별로 수행하고, 에나멜선의 감은 수에 따른 실험은 모듈별로 감은 수를 달리하여 실험한다.
예를 들어, 1, 2모듈은 50회, 3, 4모듈은 100회, 5, 6모듈은 150회 감은 것을 사용하여 실험하게 하고 결과를 정리하게 한다.

! 각 모듈별로 전자석의 세기를 비교하는 방법으로 어떤 것을 택할지 결정하게 하여 준비물을 준비하게 한다.

4. 실험

앞에서 계획한 실험을 수행하여 실험 결과를 얻는 단계이다.

▷ 각 모듈별로 전지의 수에 따른 전자석의 세기 실험을 5회 정도 반복 수행하여 봅시다.

▷ 에나멜선의 감은 수에 따른 전자석의 세기 실험은 모듈별로 정한 감은 수대로 전자석을 만들고, 그 전자석에 대하여 5회 정도 반복 실험을 해 봅시다.

! 실험은 실험 설계한대로 수행하게 한다. 실험하는 도중 다른 방법을 사용할 경우 “실험 관찰”에 새로운 실험 방법을 기록한 후 실험하게 한다.

! 못핀의 개수로 전자석의 세기를 비교한 경우 전자석의 끝으로부터 한 줄을 따라 연결된 못핀의 수만 세게 한다.

! 나침반의 각도는 나침반 위에서 직접 재기 어려우므로 나침반 바늘이 가리키는 방향으로 연장선을 그어 각도를 측정하게 한다.

! 못핀이 자석에 붙기 시작하는 거리는 책상 면의 거칠기에 따라 달라질 수 있으므로 변인을 같게 하도록 지도한다.

5. 가설 검증

이 단계에서는 실험 결과를 가설과 비교하여 가설이 맞는지 확인하여 결론을 내리게 한다.

▷ 전자석에 사용된 에나멜선의 감은 수에 따라 전자석의 세기를 비교하여 봅시다.

- 각 모듈별로 에나멜선의 감은 수와 전자석에 붙은 못핀의 평균 개수를 발표합니다. 또는 나침반의 바늘이 움직인 각도를 평균을 내어 발표합니다.

! 교사는 학생들이 여러 모듈의 실험 결과를 비교해 볼 수 있도록 한다.

▷ 전자석에 사용된 에나멜선의 감은 수에 따라 전자석의 세기는 어떻게 변했는지 말하여 봅시다.

! 전자석의 세기는 에나멜선의 감은 수에 비례하여 커지지 않을 수도 있으므로 가능하면 반복 실험의 평균값을 사용하여 오차를 줄이도록 한다.

▷ 전지의 수가 많을 때 전자석의 세기는 어떻게 변했는지 말하여 봅시다.

- 전지의 수가 많을 때 전자석의 세기가 세어집니다.



과학 이야기

자기 부상 열차

두 자석 사이에는 미는 힘과 잡아당기는 힘이 작용하는데, 이 힘을 이용하면 물체를 공중에 띄우거나 원하는 방향으로 이동시킬 수 있습니다. 자기 부상 열차의 이력부분에 전자석을 붙이고, 전자석에 전류를 흐르게 하면 자기 부상 열차를 공중에 띄울 수 있습니다.

자기 부상 열차가 공중에 뜨면 열차와 철도 사이에 마찰이 없으므로 속력을 크게 낼 수 있으며, 소음과 진동이 줄어 승차감을 좋게 할 수 있고, 전기 소비량도 줄어듭니다.

자기 부상 열차를 운행할 때에는 철로부터 일정한 높이를 유지하는 것이 중요합니다. 이 높이를 제어하는 장치를 만들기 위해서는 매우 정교한 기술이 필요한데, 지금도 이 기술을 개발하기 위해 많은 과학자와 공학자들이 연구에 몰두하고 있습니다.

이 과학 기술이 발달하면 미지않이 자기 부상 열차를 타고 안전하게 국내를 여행할 날이 올 것입니다.



초전도 자기 부상



대전 엑스포 자기 부상 열차



자기 부상 열차

! 가설 검증 활동은 학생 중심 수업이므로 가설의 검증이나 결론 도출은 학생 스스로 찾아볼 수 있게 시간 여유를 주고 발표시키며, 발표 내용을 서로 검토해 토론해 보도록 지도한다.

▷ 전지의 수가 많을 때 전자석의 세기에 대한 실험 결과와, 에나멜선의 감은 수에 따른 전자석의 세기에 대한 실험 결과가 앞에서 세운 실험 예상(혹은 가설)과 일치하였는지를 비교하고, 실험의 결론을 말하여 봅시다. **실관**

- 전지의 수가 많을수록 전자석이 세어집니다.

- 에나멜선의 감은 수가 많을수록 전자석의 세기가 세어집니다.

6. 적용

이 단계에서는 실험 결과를 통해 얻은 전자석 세기에 대한 지식을 다른 상황에 적용하여 지식을 활용하게 한다.

▷ 전자석의 세기에 영향을 주는 요인을 고려하여 전자석의 세기를 조절하는 방법을 생각하여 봅시다. **실관**

- 전지의 수를 많게 하여 전자석에 전류가 많이 흐르게 합니다.

- 에나멜선을 많이 감으면 전자석의 세기가 커집니다.

▷ 실험한 것 외에 어떤 방법으로 전자석의 세기를 크게 할 수 있을지 생각하여 봅시다.

- 전지의 수를 직렬로 3개 연결하면 전자석의 세기가 세어졌으므로, 전지를 더 많이 연결해 봅시다.

- 센 전류를 흘려 봅시다.

- 굵은 에나멜선을 사용해 봅시다.

! 적용 단계에서 제시된 학생들의 생각은 또 다시 이 실험의 가설로 활용될 수 있다. 이때, 발생한 가설을 추가 실험으로 실시하여 검증하는 활동을 해 볼 수 있다.

더 탐구해 볼까요?

▷ 나무젓가락에 에나멜선을 감으면 자기장의 세기는 어떻게 될까요?

- 아주 약해집니다.

! 자기장의 세기가 매우 약해 못핀이 붙지 않는다.

! 나침반의 바늘을 움직일 정도의 약한 자기장을 띠게 된다.

! 철심을 넣었을 때와 비교하면 약 $\frac{1}{1000}$ 정도의 세기이다.

형성 평가

1. 센 전자석을 만들려고 합니다. () 안에 들어갈 알맞은 말을 쓰시오.
 - (전지)의 수를 늘려 센 전류가 흐르게 합니다.
 - 에나멜선의 감은 수를 (늘립니다).
2. 다음 중 자기장의 세기를 비교하기 위해서 측정해야 할 것으로 옳은 것은 무엇입니까? (5)

① 전선의 길이	② 전지의 수
③ 에나멜선의 감은 수	④ 철 못의 길이
⑤ 나침반 바늘이 움직인 각도	

지도상의 유의점

- ▷ 전지의 수에 따른 자기장의 세기를 실험할 때 전지의 수를 3개까지만 사용하도록 한다. 전지를 너무 많이 연결하면 전류가 세어지면서 에나멜선이나 전선이 뜨겁게 가열될 수 있다.
- ▷ 전지의 수가 2개, 3개로 늘어나면 자기장의 세기도 2배, 3배로 비례적으로 세어지지는 않는다. 전지의 수가 늘어남에 따라 자기장의 세기도 세어진다는 정성적인 해석이면 충분하다.
- ▷ 에나멜선의 감은 수는 50회, 100회, 150회 정도가 적당하다.
- ▷ 전자석의 세기를 비교하는 다양한 방법이 있음을 지도하고, 자기장의 세기에 따라 적당한 방법을 사용하게 하는 것이 바람직하다.

과학 이야기 구성 의도

자기장과 전자석을 이용한 첨단 이동 수단인 자기 부상 열차의 원리와 개발 현황 등을 소개함으로써 자기장 단원에서 학습한 내용이 첨단 과학을 통해서 실생활에 이용될 수 있음을 보여 주고자 하였다. 또한, 전자석의 세기와 관련된 학습 내용을 정리할 수 있는 기회도 제공할 수 있을 것이다.

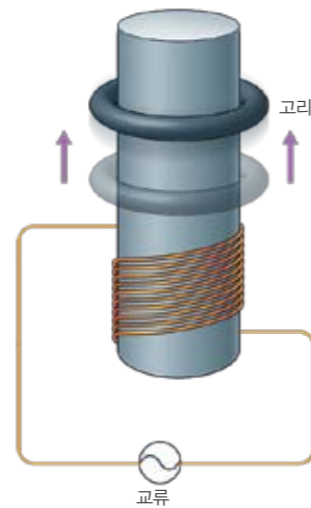
자기 부상 열차의 바닥에는 'ㄷ'자 모양의 철골이 붙어 있고, 철골 사이에 레일이 끼워져 있으며, 철골 안쪽 아래 부분에 큰 코일이 붙어 있다. 코일에 전류를 흘려주면 전자석이 되어 철골의 아래쪽이 레일로 붙으려는 힘 때문에 열차는 공중에 뜨게 되는 것이다. 자기 부상 열차는 최대 550km/h 까지 속도를 낼 수 있다.

과학 이야기 보조 자료

자기 부상 열차의 밑바닥에는 초전도 코일이 달려 있는데, 열차가 움직이면 이 코일이 철로 안에 있는 전선 코일에 전류를 유도하여 열차를 뜨게 한다.

아래 그림과 같이 원통형 물체에 코일을 감고, 도체로 된 원형 고리를 그 위에 올려놓고 교류 전류를 흘리면 고리는 위로 뜨게 된다.

이 과정을 이해하려면 자기장의 변화에 저항하는 방향으로 자기가 발생하는 원리인 '자기 유도 현상'을 이해해야 한다. 만약 코일에 전류를 흘리는 순간 코일 위쪽이 N극이 되었다면 이 새로운 자기장을 방해하려는 방향으로 자기가 유도되어서 고리 아래 부분 역시 N극이 되어서 서로 밀어내게 된다. 그런데 교류 전원이 공급되었으므로 전류의 방향이 계속 바뀌게 되어 고리는 계속해서 코일에서 새로 생기는 자기장을 방해하는 방향으로 자기 유도가 생겨서 결국 떠 있게 된다.



전자석에 의한 자석의 부상 원리

사고 확장하기

- ▷ 철로에 떠 있는 자기 부상 열차를 달리고 멈출게 할 수 있는 방법을 생각해 봅시다.
 - 철로의 자기장이 계속해서 바뀌면서 자기 부상 열차를 달리거나 멈출 수 있게 합니다.
- ▷ 현재 우리나라에 운행되고 있는 KTX 고속 열차와 비교했을 때 자기 부상 열차의 장점은 무엇인지 생각해 봅시다.
 - 속도를 더 낼 수 있습니다.
 - 진동이 없습니다.
 - 소음이 적습니다.

개념 해설

과학적 탐구의 방법

이탈리아 물리학자 갈릴레오 갈릴레이(1564~1642)와 영국의 철학자 프랜시스 베이컨(1561 ~ 1626)은 과학적 탐구 방법의 주요한 창시자로 여겨진다. 새로운 지식을 얻고 조직화하고, 적용하는 가장 효과적인 방법으로서의 그 과학적 탐구의 절차는 다음과 같다.

- ① 자신의 관심과 수준에 맞는 문제를 인식한다.
- ② 합리적인 가설을 세운다.
- ③ 자신이 세운 가설이 어떤 결과에 이를 것인지 예측해 본다.
- ④ 자신의 예측을 검증하기 위하여 실험을 한다.
- ⑤ 가설이 사실로 증명되면 가설, 예측, 실험 결과의 세 요소를 조직화하여 가장 단순한 일반화 규칙을 이끌어 낸다.

일반적으로 이와 같은 과정이 과학적 탐구 방법으로 알려져 있지만, 모든 발견이 꼭 이런 방법으로만 이루어지는 것은 아니다. 과학의 진보는 대부분 시행 착오나 추측이 없는 실험, 또는 암중 모색 중에 도달한 우연한 발견에 의해서 이루어졌다. 과학자들이 성공을 거두는 것은 그들이 어떤 정해진 방법을 사용했기 때문은 아니다. 과학자들이 공통적으로 가지고 있는 연구 태도, 즉 지적 열정과 헌신 때문에 과학적 성공은 가능한 것이었다. 즉, 과학자는 탐구 열정이 강하고, 실험을 통해서 검증하며, 실험 결과로서의 사실을 양심껏 받아들이고, 자신이 발견한 지식을 다른 사람들에게 이해시키고자 하는 설득의 열정을 가지고 있어야 한다. 그러므로 과학 지식은 과학적 탐구의 방법과 함께 과학자 개인의 열정적 관여로 발견되고 전파되는 지식이라고 할 수 있다.

도전 과제

실험 설계 해보기

못에 에나멜선의 감은 수를 달리하면서 전자석을 만들고, 나침반을 이용하여 전자석의 세기를 측정하려고 한다. 다음 물음에 답하시오.

1. 나침반을 이용하여 전자석의 세기를 측정하는 방법을 써 보시오.
 - 전자석으로부터 떨어진 거리에 나침반을 놓고, 전자석의 움직임에 나침반의 바늘이 움직이는지 관찰한다.
 - 나침반 바늘이 움직인 각도를 측정한다.
2. 에나멜선의 감은 수와 전자석의 세기 중 원인에 해당하는 것과 그 결과로 나타나는 것을 구별해 보시오.
 - 에나멜선의 감은 수는 원인이며, 전자석의 세기는 결과이다.
3. 나침반을 이용하여 전자석의 세기를 측정하고자 할 때 필요한 준비물을 말하여 보시오.
 - 전자석, 전기 회로, 나침반

학습 목표

1. 자기장과 전자석의 성질을 말할 수 있다.
2. 전류에 의한 자기장에 관한 편지글을 쓸 수 있다.

수업의 개관

1 자기장과 전자석의 성질	<ul style="list-style-type: none"> • 자기장이 생기는 곳 • 자기장 때문에 나타나는 현상 • 자기장에서 철 가루가 늘어난 모양 • 센 전자석을 만드는 조건 • 영구 자석과 전자석의 공통점과 차이점
2 과학 글쓰기	<ul style="list-style-type: none"> • 외르스테드의 발견을 알리는 편지글 쓰기

1. 자기장과 전자석의 성질

- ▷ 자기장은 어디에 생깁니까?
- ▷ 자기장이 있을 때 나타나는 현상을 적어 봅시다.
- ▷ 자석과 전자석 주위에 철 가루가 늘어난 모양을 그려 봅시다.
- ! 자석과 전자석 모두 2개의 극을 갖고 있으며 양쪽 극에 철 가루가 많이 뭉쳐 있는 모습 정도라면 그릴 수 있게 지도한다.
- ▷ 영구 자석과 전자석의 같은 점은 무엇입니까?
- ▷ 영구 자석과 다른 전자석의 성질은 무엇입니까?
- ▷ 센 전자석을 만들려면 어떻게 해야 할까요?
- ! 못 이외에 철 못, 철 등으로 써도 정답으로 인정한다.

2. 과학 글쓰기

- ▷ 외르스테드의 과학적 발견에 관한 글을 읽어 봅시다.
- ▷ 외르스테드가 실험을 통해서 발견한 사실은 무엇입니까?
- ▷ 외르스테드가 발견한 것을 실감나면서도 사실적으로 전하는 편지를 써 봅시다.
- ! 자신이 외르스테드의 동료 과학자라 생각하고 외르스테드의 발견을 알리는 편지글을 써 본다.
- ! 외르스테드의 실험 결과를 바탕으로 편지글을 쓰도록 지도한다.

자기장에 대하여 정리해 볼까요?

이 단원에서는 전선 주위의 자기장과 전자석에 대하여 알아보았습니다. 풍부한 내용을 정리하여 봅시다.

자기장이 생기는 곳

- (자석)의 주변
- (전류)가 흐르는 전선 주변

전자석의 성질

- (전류)가 흐르면, 자기장이 생긴다.
- (N)과 (S)가 있다.
- (극)을/를 바꿀 수 있다.
- (자석의 세기)를/를 변화시킬 수 있다.

자기장에서 철 가루가 늘어난 모양

자기장 때문에 나타나는 현상

- 막대 자석 주위에서 일어나는 현상
 - 철 가루가 (자석의 극)을/를 향해 늘어선다.
 - 자석의 양극 주위에서는 나침반 바늘이 (자석)을/를 가리킨다.
 - 자석을 가까이 하면 못핀이 (자석의 극) 쪽으로 끌려온다.

센 전자석을 만드는 조건

- 원통 모양의 에나멜선 (못)을/를 넣는다.
- 전자석에 에나멜선을 (많이) 감는다.
- 전자석에 전류를 (많이) 흘려 준다.

과학 글쓰기

다음 글을 읽고 물음에 답하고, 글쓰기를 해 봅시다.

1820년 당시 과학자들은 전기와 자기 사이에 무엇인가 연관성이 있다고 믿었습니다. 그러나 전기와 자기가 연관되어 있다는 증거는 어디에서도 찾을 수 없었습니다. 대부분의 과학자들은 전기와 자기가 연관되어 있다는 믿음을 서서히 잃어갔지만, 몇몇의 과학자들은 여전히 그 증거를 찾으려고 하였습니다.

1820년 4월의 어느 날, 외르스테드는 전기에 관한 강연을 위해 실험 준비를 하고 있었습니다. 전지에 전선을 연결하자 전선 주위에 놓여 있던 나침반의 바늘이 흔들렸습니다. 그 현상을 본 외르스테드는 곧바로 새 전지에 전선을 연결하고, 나침반을 전선 가까이 두었습니다. 전선에 전류가 흐르자 나침반 바늘이 방향을 틀며 움직였습니다. 그는 여러 번 실험을 통해서 전류의 방향을 바꾸면 나침반 바늘의 방향도 바뀌게 됨을 발견하였습니다.

전류가 흐르는 전선 주위에 자기장이 생긴다는 외르스테드의 발견을 시작으로, 많은 과학자들이 전기와 자기 사이의 관계에 대하여 연구하였습니다.

1. 외르스테드가 실험을 통하여 발견한 사실은 무엇인가요?

전선에 전류가 흐르면 전선 주변에 자기장이 생긴다.
전류의 방향이 바뀌면 자기장의 방향도 바뀐다.

2. 자신이 외르스테드와 함께 연구한 동료 과학자라고 가정하고, 연구에 희망을 잃은 여러 과학자에게 외르스테드의 발견 사실을 전하려고 합니다. 외르스테드가 발견한 것을 실감 나면서도 사실적으로 전하는 편지를 써 봅시다.

친애하는 동료 과학자들에게

저는 외르스테드와 함께 전기와 자기의 연관성에 대하여 연구하고 있는 과학자 겸민우입니다. 외르스테드와 저는 전지의 성능을 알아보는 실험을 하다가 매우 흥미로운 사실을 발견했습니다. 바로 전류가 흐르는 전선 주위에 자기장이 생긴다는 것입니다. 우리는 전지에 전선을 연결하고 나침반을 전선 가까이 두었습니다. 전선에 전류가 흐르자 나침반 바늘이 방향을 틀며 움직였습니다. 우리는 실험을 여러 번 반복해서 더 실험마다 같은 결과를 얻었습니다. 실험 결과, 우리는 전류가 흐르는 전선 주위에 자기장이 생긴다는 결론을 얻었습니다. 여러분 우리의 연구를 확인해 주시기 바랍니다. 연구 결과와 결론에 의견이 있거나 질문이 있으시면 제게 편지를 주시기 바랍니다. 그럼 안녕히 계십시오.

1820년 4월 25일
과학자 겸민우

보조 자료

크리스찬 외르스테드(1777~1851)는 덴마크의 랑제란드에서 약제사의 아들로 태어났다. 많은 자식들을 다 부양할 만한 경제적 능력이 없었으므로, 크리스찬과 동생 안더스는 매우 어릴 적에 가발 공장을 경영하는 가족의 친구 집으로 보내졌다. 이 부부는 크리스찬과 안더스에게 독일어를 가르쳤으며, 라틴어와 수학도 공부시켰다. 정규 학교에서 교육 받은 것이 아닌데도 불구하고 아이들은 매우 빨리 학습하였고 무엇이든 알고 싶어 했다. 크리스찬은 다른 집에 살면서도 약국에서 일하는 아버지를 도왔는데, 그의 과학 교육은 학교에서 배운 것이 아니라 아버지를 도우며 배운 것이었다.

정규 교육은 별로 받지 못했지만, 크리스찬은 코펜하겐 대학교 입학 시험에 합격했으며 1794년부터 그 곳에서 공부하기 시작했다. 그는 철학, 특히 이마누엘 칸트의 업적에 매우 흥미가 있었으나 천문학, 물리학, 수학 그리고 화학을 공부했으며, 1797년 화학으로 학위를 받았다. 잠시 철학 잡지의 편집 일을 보다가, 과학에서 칸트의 철학이 차지하는 중요성을 검토하는 박사학위 논문을 준비하기 시작했다. 1801년 외르스테드는 독일의 여러 곳을 자주 여행하면서 볼타 전지를 발명하는 계기가 되었던 전기와 화학 사이의 관계에 대해 이루어진 연구들을 공부했다.

그는 1804년 코펜하겐으로 돌아와서 물리학 교수직을 얻으려고 시도했으나 여의치 않았다. 경제적으로 궁핍한 나머지, 외르스테드는 과학과 철학에 대한 주제로 대중을 상대로 한 일련의 강좌를 맡기 시작했다. 그 강좌가 매우 성공적이어서, 코펜하겐 대학교의 학장은 외르스테드를 위해 특별히 새로 교수직을 하나 더 만들었다. 그의 명성을 확고하게 만들도록 도운 많은 과학 논문들을 쓰기 시작했다. 바로 이 시기에 외르스테드는 전류로 생긴 자기장 현상을 발견한 것이다.

이것은 인류 역사 이래 과학 분야에서 가장 위대한 발견 중의 하나인데, 전자기의 광대한 과학 기술 영역을 향한 문을 열어 주었기 때문이다.

학습 목표

1. 전동기의 발명과 사용에 대해서 말할 수 있다.
2. 간이 전동기를 만들고 작동 원리를 말할 수 있다.

수업의 개관

1 전동기의 발명과 사용	<ul style="list-style-type: none"> • 패러데이의 전동기 발명 • 전동기의 사용
2 간이 전동기 만들기	<ul style="list-style-type: none"> • 간이 전동기 만들고 작동시키기
2 간이 전동기 작동 원리	<ul style="list-style-type: none"> • 간이 전동기의 원리 알아보기

차시 구성 의도

1. 우리 생활 주변에서 가장 쉽게 접할 수 있는 전자기 장치인 전동기를 만들고 그 작동 원리를 이해함으로써 과학 실험에 흥미를 갖게 하고 전류에 의한 자기장 현상에 대한 이해를 돕기 위해서 이 활동을 제시하였다.
2. 간이 전동기를 만드는 여러 가지 방법 중에서 비교적 간편하고 쉽게 제작할 수 있는 방법을 제시하였다.
3. 간이 전동기의 한쪽 에나멜선을 반만 벗기는 이유를 생각하게 함으로써 간이 전동기의 작동 원리를 이해할 수 있게 구성하였다.

준비물

에나멜선(지름 1mm), 전지, 전지 끼우개, 네오디뮴 자석, 구멍 뚫린 구리판, 사포, 전선 피복 벗기개

전자석을 이용하여
전동기를 만들어 볼까요?

전자석의 성질을 이용한 간이 전동기를 만들고, 전동기가 움직이는 원리를 알아봅시다.



패러데이(1791~1867)

패러데이는 19세 때, 당시 유명한 과학자 데이비의 강연에 크게 감명받아 그의 조수가 되어 전기와 자석에 관한 실험을 시작하였습니다. 1821년, 패러데이는 나침반이 전류와 직각 방향으로 움직이는 것을 발견하고, 전자석으로 영구 자석을 연속으로 회전시킬 수 있다고 생각하였습니다. 이를 이용하여 과학자들은 회전 운동으로 전류를 발생하게 하는 발전기를 발명하였으며, 전류를 이용하여 전자석을 회전시키는 전동기도 발명하였습니다.



182

교과서의 그림 설명

- 면도기(183쪽): 전동기를 이용하여 면도날을 돌려 털을 깎는다.
- 로봇 청소기(183쪽): 내부 전동기가 돌아가면 통 속의 압력을 작게 하여 외부의 먼지나 쓰레기를 흡입하고, 기어를 돌려 움직일 수 있게 한다.
- 초소형 모터(183쪽): 동전 크기 정도의 작은 모터도 개발되어, 초소형 로봇이나 카메라와 같이 작은 나사를 자동으로 회전시키는 데 사용한다.

현재는 전동기 시대라고 할 만큼 거의 모든 전기 제품이나 기계에서 전동기가 이용되고 있습니다. 면도기, 냉장고, 컴퓨터, 자동차뿐만 아니라, 스카이 로보트에도 전동기가 이용되고 있습니다. 면도기, 냉장고, 컴퓨터에는 소용이나 전동기 작은 전동기가 쓰입니다. 또, 자동차, 전기 기관차에는 운동 에너지를 크게 만들 수 있는 전동기가 쓰입니다. 스카이 로보트에 쓰이는 전동기는 작은 전류로도 돌아가는 작은 전동기가 이용됩니다.



면도기



로봇 청소기



초소형 모터



초소형 로봇

183

사진 자료

전동기가 사용되는 물건



전동 드릴



자동 전신 안마기



전동 휠체어



전동 자전거(세그웨이)

1. 전동기의 발명과 사용

- ▷ 전동기를 발명한 사람은 누구입니까?
 - 패러데이
- ▷ 전동기는 어떤 전기 부품입니까?
 - 전동기에 전류를 흘려주면 중심축이 회전하는 전기 부품입니다.
- ▷ 전자석을 어떻게 이용하면 전동기를 만들 수 있을까요?
 - 자석과 전자석이 밀거나 당기는 힘을 이용하면 회전하는 운동을 만들 수 있습니다.

2. 간이 전동기 만들기

- ▷ 전자석의 원리를 이용하여 간이 전동기를 만들어 봅시다.
- ▷ 에나멜선을 여러 번 감아서 고리 모양을 만든 후 에나멜선에 전류를 흘리고 자석 근처에 놓으면 어떻게 될까요?
 - 에나멜선 고리가 자석의 성질을 띠게 되어 자석에 밀리거나 달라붙게 됩니다.
- ▷ 전류가 흐르는 에나멜선이 자석에 밀리거나 당기는 현상을 이용하여 간이 전동기를 만들어 봅시다.
- ▷ 에나멜선, 전지, 전지 끼우개, 네오디뮴 자석, 구멍 뚫린 구리판, 사포, 전선 피복 벗기개를 준비합니다.
- ▷ 에나멜선을 지름 3cm 정도의 원으로 5~6번 정도 감습니다.
- ▷ 감은 에나멜선이 풀리지 않게 양쪽 끝에서 2번 정도 감은 후 잘라냅니다.
- ▷ 에나멜선의 한쪽 끝은 완전히 벗기고 다른 쪽 끝은 반만 벗깁니다.
- ▷ 전지 끼우개에 전지를 끼우고, 전지 끼우개와 전지 사이에 구리판을 세웁니다. 네오디뮴 자석을 건전지에 수평으로 붙입니다.
- ▷ 구리 기둥에 에나멜선을 넣고 손으로 가볍게 돌립니다.
- ▷ 간이 전동기가 돌아가는 모습을 관찰하여 봅시다.
- ▷ 간이 전동기가 잘 돌게 하려면 어떻게 해야 할까요?
 - 에나멜선을 잘 벗깁니다.
 - 에나멜선 고리가 수평이 되도록 조정합니다.

지도상의 유의점

1. 전기를 연결했을 때 회전하는 것이 전동기임을 알고, 여러 가지 전기 제품에서 전동기를 확인해 볼 수 있게 한다.
2. 너무 가는 에나멜선은 고리 모양을 유지하기 힘들고 에나멜선을 반쪽만 벗기기도 힘들기 때문에 지름 1mm 내외 굵기의 에나멜선이 적당하다.
3. 에나멜선의 지름이 0.5mm 정도일 경우 10회 정도 감는 것이 적당하며, 지름이 1mm 정도일 경우 5, 6회 정도면 적당하다.
4. 에나멜선은 구리선에 에나멜을 균일하게 입힌 것이므로 에나멜을 없앨 때는 사포로 여러 번 문지르도록 한다.
5. 에나멜선의 한쪽은 완전히 벗기고 반대쪽은 절반만 벗겨낸다. 절반을 벗길 때에는 에나멜선 고리를 세운 상태에서 책상 모서리 등에 대고 사포로 에나멜선의 한 면만을 문지른다. 즉, 고리가 세워진 상태에서 옆에서 봤을 때 위쪽은 벗겨져 있고 아래쪽은 벗겨지지 않은 상태가 되어야 한다.

간이 전동기 만들기

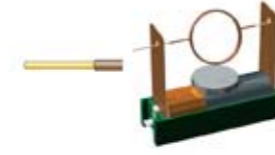
여러 번 감은 에나멜선에 전류를 흐르게 하고 자석 주위에 놓으면, 에나멜선이 자석에 밀리거나 당겨지게 됩니다. 이러한 현상을 이용하여 간이 전동기를 만들어 보고, 전동기가 움직이는 원리를 알아봅시다.



184

간이 전동기를 만들 때, 에나멜선의 한쪽은 모두 벗기고 다른 한쪽은 절반만 벗겨 내는 까닭은 무엇인지 알아봅시다.

1. 에나멜선의 양쪽 끝 부분에서 에나멜을 모두 벗겨 봅시다. 구리판 기둥에 에나멜선 고리를 넣고, 전동기가 잘 돌아가는지 관찰하여 봅시다.



2. 에나멜선의 한쪽은 에나멜을 모두 벗기고, 다른 한쪽은 절반만 벗겨 봅시다. 구리판 기둥에 에나멜선 고리를 넣고 전동기가 잘 돌아가는지 관찰하여 봅시다.



- 에나멜을 벗긴 반쪽이 아래를 향할 때, 고리에 전류가 흐를까요?
- 이때, 고리는 어떻게 될까요?

- 에나멜을 벗긴 반쪽이 위를 향할 때, 고리에 전류가 흐를까요?
- 이때, 고리는 어떻게 될까요?

3. 에나멜선의 한쪽 끝 부분을 절반만 벗겨 낸 전동기가 계속 돌아가는 까닭을 설명하여 봅시다.

185

3. 간이 전동기 작동 원리

- ▷ 에나멜선의 한쪽은 완전히 벗기고, 반대쪽은 반만 벗기는 이유를 생각하여 봅시다.
 - 에나멜선을 모두 벗기면 항상 전류가 흐르게 되어 에나멜선 고리가 항상 자석처럼 작용하므로 밀고 당기는 힘이 서로 상쇄되어 고리가 돌지 않게 됩니다.
- ▷ 구리 기둥 위에 막대 자석을 올려놓는다면 막대 자석은 어떻게 움직일까요?
 - 동근 자석과 막대 자석이 서로 당기는 방향을 향한 채 정지해 있게 됩니다.
- ▷ 에나멜선의 양쪽 끝을 모두 벗기면 에나멜선 고리가 어떻게 움직일까요?
 - 에나멜선에 항상 전류가 흐르게 되므로 에나멜선 고리가 마치 막대 자석처럼 작용해서 동근 자석과 에나멜선 고리가 서로 당기는 방향으로 향한 채 정지해 있게 됩니다.
- ▷ 간이 전동기가 돌아가는 원리를 에나멜선의 한쪽 반만 벗긴 이유와 관련지어 설명해 봅시다.
 - 에나멜선 고리가 반바퀴 도는 동안만 전류가 흘러 자석의 성질을 띠게 되므로 고리를 반대로 돌리려는 힘이 생기지 않아 계속해서 돌게 됩니다. 즉, 한 바퀴 도는 동안 반 바퀴는 힘을 받고, 반 바퀴는 힘을 받지 않게 됩니다. 힘을 받지 않는 동안은 회전하는 관성에 의해 돌던 방향으로 계속해서 돌게 됩니다.



단원 마무리

※ 질문에 알맞은 답을 쓰거나 고르시오.

교과서 164~165쪽,
166~167쪽,
168~169쪽

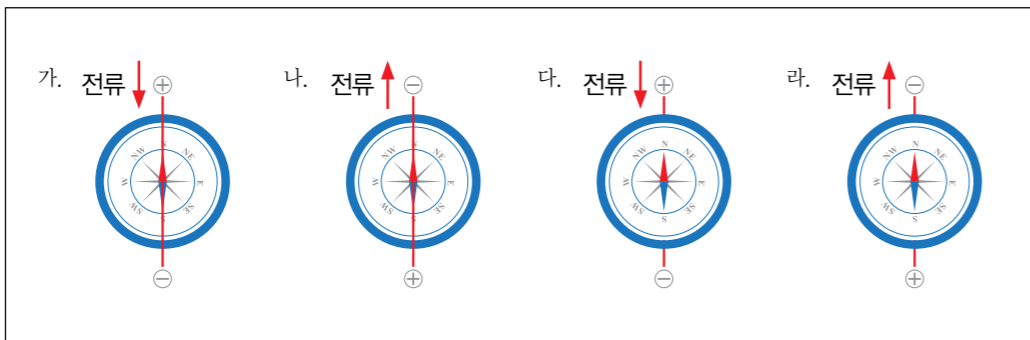
1. 다음 () 안에 알맞은 말을 쓰시오.

자석 주위나 전류가 흐르는 전선 주위에서는 (자기장) 때문에 나침반 바늘이 일정한 방향을 가리킵니다.

해설: 나침반 바늘이 일정한 방향을 가리키는 이유는 자기장 때문이다.

교과서 166~167쪽

2. 다음 그림과 같이 전류를 흐르게 할 때 나침반 바늘이 움직이는 방향이 같은 것끼리 묶은 것을 고르시오. (③, ④)

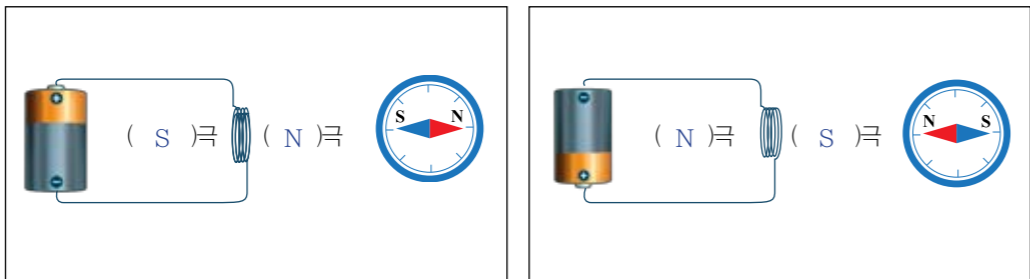


- ① 가, 나 ② 가, 다 ③ 가, 라 ④ 나, 다 ⑤ 나, 라

해설: 전류가 흐르는 전선의 위와 아래에서 자기장의 방향은 반대이며, 전류가 반대로 흐를 때 자기장의 방향도 달라진다. 따라서 전선이 각각 나침반의 위와 아래에 있고, 전류의 방향이 서로 반대인 가와 라, 나와 다가 나침반 바늘이 움직이는 방향이 같다.

교과서 168~169쪽

3. 고리 모양의 전선에 전류를 흘려 주니 다음 그림과 같이 나침반 바늘이 움직였습니다. 고리 모양 전선 주위에 N, S극을 표시하시오.



해설: 나침반의 N극이 가리키는 방향이 S극이고, S극이 가리키는 방향이 N극이다.

교과서 170~171쪽,
174~175쪽

4. 전자석의 특징으로 옳지 않은 것은 무엇입니까? (④)

- ① N, S극이 있다.
- ② 자석의 성질을 갖고 있다.
- ③ 자석의 극을 바꿀 수 있다.
- ④ 자기장의 세기를 바꿀 수 없다.
- ⑤ 전류가 흐를 때만 자기장이 생긴다.

해설: 영구 자석과 다른 전자석의 특징은 전류가 흐를 때만 자기장이 생기며, 전류의 방향에 따라 극을 바꿀 수 있고, 전류의 세기에 따라서 자기장의 세기를 바꿀 수 있다는 점이다.

교과서 170~171쪽

5. 전자석의 극을 바꿀 수 있는 방법을 2가지 고르시오. (①, ⑤)

- ① 전지를 거꾸로 끼운다.
- ② 두 개의 전지를 병렬로 연결한다.
- ③ 전자석에 전선을 더 많이 감는다.
- ④ 여러 개의 전지를 직렬로 연결한다.
- ⑤ 전자석에 전선을 감는 방향을 거꾸로 한다.

해설: 전류의 방향을 반대로 하면 전자석의 극이 반대로 된다.

교과서 174~175쪽

6. 전자석을 만들어서 전자석의 세기를 비교하려고 합니다. 전자석의 세기를 비교할 수 있는 방법을 쓰시오.

(전자석에 붙는 못핀의 수)

해설: 전자석도 자성이므로 자석의 세기를 비교하는 방법과 같다.

교과서 174~175쪽

7. 에나멜선의 감은 수에 따라서 전자석의 세기가 어떻게 달라지는지 알아보는 실험을 하려고 합니다. 실험을 할 때 같게 해야 할 조건과 다르게 해야 할 조건을 다음 '보기'에서 고르시오.

〈보기〉
전지의 수, 에나멜선의 굵기, 에나멜선의 감은 수, 에나멜선을 감는 막대

- 같게 해야 할 조건: (전지의 수, 에나멜선의 굵기, 에나멜선을 감는 막대)
- 다르게 해야 할 조건: (에나멜선의 감은 수)

해설: 에나멜선을 100번 감은 전자석과 200번을 감은 전자석의 세기를 비교하는 실험에서 다르게 해야 할 조건은 에나멜선의 감은 수이며, 그 외의 조건은 모두 같게 해야 한다.