실험 제목	실험교사 서명
전자기 유도법칙과 모터만들기	

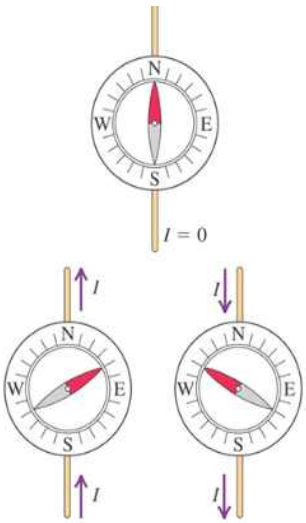
기수	반	번호	고등학교	이름

1. 실험목표

간단한 모터 만들기를 통해 모터의 원리를 이해하고 에너지 보존법칙을 통해 자연에 존재하는 다양한 종류의 에너지를 편리한 전기로 변환해 주는 발전소에 대해 알아본다.

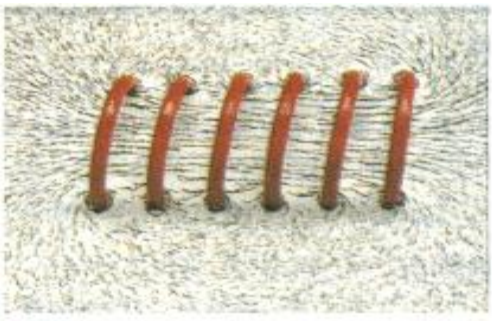
2. 배경이론

가. 자기력



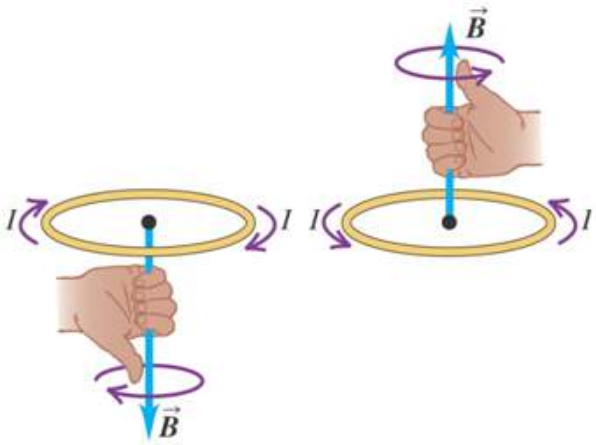
기원전 15세기 경 현 터키 서부의 고대 도시 마그네시아에서 발견된 자철광의 자기현상과 기원전 6세기경 문지른 호박(amber)이 먼지를 끓어 당기는 현상은 1600년 영국 길버트의 발견이 있기 전 까지 비슷한 현상으로 여겨왔다. 이 후 분리된 자기학은 200년간 전기현상과 별개의 학문으로 연구되어왔지만 1820년 한스 윌스테드에 의해 전류가 흘러가는 도선 주변에서 나침반의 바늘이 움직이는 현상이 우연히 발견되며 전하의 운동과 자기장 사이의 상호작용이 알려지기 시작했다. 이 후 독립적으로 발전해 온 전기학과 자기학은 하나로 융합하여 전자기학이 탄생하게 되었고, 그 배경에는 수많은 학자들의 고뇌와 노력이 함께하였다.

흐르는 전류가 흐트러진 철가루를 정렬시키는 모습은 마치 자석과 비슷하다. 특히 도선을 스프링처럼 고리형태로 감아서 일정한 전류를 흘려보내면 원통형의 막대자석과 상당히 유사한 자기장의 분포를 보인다. 솔레노이드라고 불리는 이 기구는 직류회로에서는 전자석의 역할을, 교류회로에서는 인덕터의 역할을 수행한다.



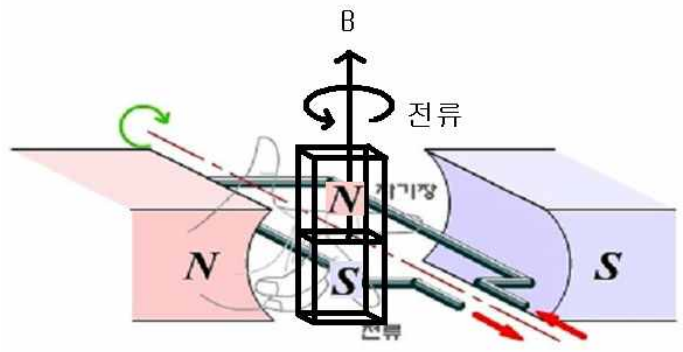
나. 전류고리의 오른나사 법칙

고리형 도선에 전류가 흘러가면 고리는 작은 자석이 된다. 이 때 고리에 형성되는 자기장은 전류가 흘러가는 방향으로 오른손을 감을 때 엄지손가락이 자석의 N극에 대응되게 형성된다. 이를 간단히 오른손 법칙이라 부르는데 아래 그림과 같다.



고리형 도선에 형성되는 자기장의 오른손 법칙

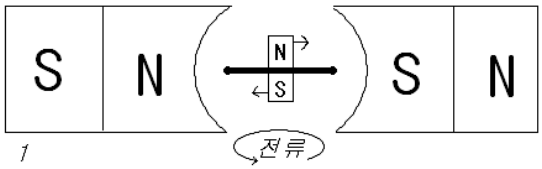
만약 고리형 도선이 두 개의 자석사이에 놓여있고 이 도선에 전류가 흘러 자기장이 형성된다면(즉 고리가 전자석이 된다면) 고리형 도선은 아래 그림처럼 자기장을 형성하고 옆의 자석에 의해 힘을 받아 회전하게 된다.



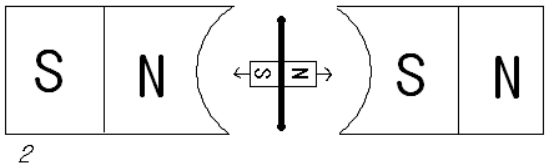
간단한 모터의 구조

만약 고리가 시계방향으로 90° 회전을 하여 자석들이 나란해지는 순간 고리에 흐르는 전류의 방향을 반대로 흘려보내면 고리형 도선의 N극과 S극의 위치가 바뀌고 도선엔 척력이 작용할 것이다. 이 때 고리는 회전하던 방향으로 회전 관성에 의해 계속 회전하여 90°를 넘어가게 되고 반대편의 자석과 나란해질 때까지 돌림힘(토오크)을 받게 된다. 고리가 회전하여 270°가 되는 순간 다시 전류의 방향을 반대로 흘려보내면 고리는 다시 척력을 받아 계속 회전하게 된다. 즉 도선에

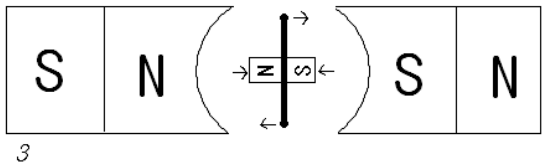
흐르는 전류의 방향을 특정 각도에서 반대방향으로 흘려보내게 되면 이 고리는 전류가 흐르는 동안 계속 회전을 하게 된다. 이것이 바로 모터의 원리이다. 다시 그림으로 정리하면 아래와 같다.



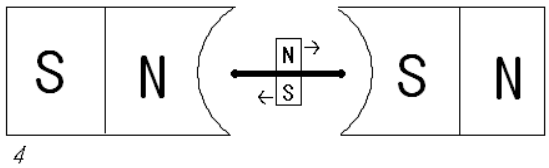
1. 전류고리에 자기장 형성



2. 90°가 되는 순간 전류 방향 반대

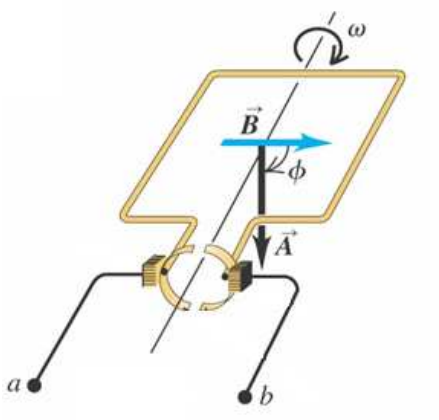


3. 전류고리의 형성된 자기장은 척력을 받는다.



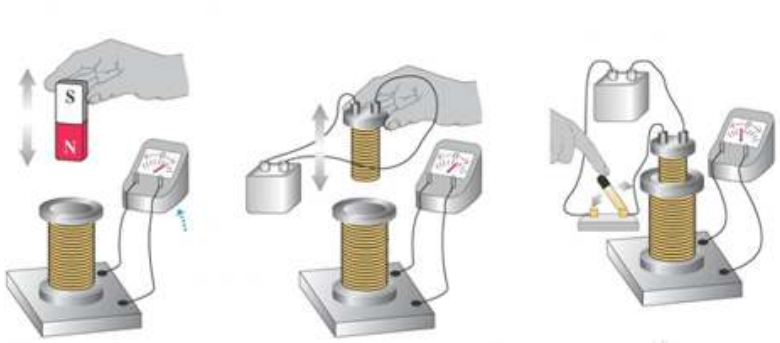
4. 고리는 90°를 지나 계속 회전한다.

고리형 도선의 첫 위치를 기준으로 매 90°, 270°마다 전류의 방향을 바꿔야 하는데 아래 그림처럼 정류자를 이용하면 전류를 a→b로 일정하게 보내도 수직이 되는 순간 전류의 방향이 변화하게 된다.



다. 모터 그리고 발전기

모터는 전기에너지를 역학적에너지(회전)전환 시키는 장치이다. 하지만 모터를 전원이 없는(즉 건전지가 연결안된) 닫힌 회로에 연결하고 손으로 회전시키면 닫힌 회로에 전류가 흘러가는 것을 확인할 수 있다. 이러한 현상은 페러데이에 의해 연구되었고 이를 페러데이의 전자기 유도 법칙이라 부른다.



페러데이가 발견한 전자기 유도

발전기와 모터는 구조적으로 동일하다. 모터에 전기에너지를 공급하면 회전을 통한 역학적 에너지가 만들어지고(변환되고) 모터에 역학적에너지를 공급하면 전기에너지가 만들어진다(변환된다). 발전소는 이러한 역학적에너지를 어떤 에너지원으로부터 생성하느냐에 따라 발전의 종류가 달라진다. 댐 위에 높은 위치에너지를 가진 물이 아래로 떨어지며 모터에 연결된 물레방아를 회전시키면 이는 수력발전기가 된다. 화석연료(석탄, 석유 등)를 연소시킨 에너지로 수증기를 생성하여 모터가 연결된 터빈을 회전시키면 이는 화력발전기가 된다.

TV, 스마트폰, 컴퓨터, 전등, 전자레인지, 세탁기 등에서부터 전기자동차에 이르기 까지, 우리는 일상생활에 너무나도 다양한 종류의 가전제품을 사용한다. 기술이 발전할수록 이러한 전기에너지의 수요는 빠르게 증가하고 있고 이를 충족하기 위해 다양한 종류의 발전방법이 개발되었다. 수력발전소, 화력발전소, 원자력발전소, 조력발전소, 풍력발전소, 지열발전소 등등 그 에너지원은 조금씩 다르지만 궁극적으로는 다른 에너지를 전기에너지로 변환하는 과정을 거친다. 이 과정에 발전기(모터)가 중요한 역할을 하게된다.

3. 실습재료

1. 구리판 2개
2. 구리선(에나멜 코팅된)
3. 칼 & 가위
4. C형 건전지
5. C형 건전지 소켓
6. ND(네오디움)자석
7. 검류계
8. 솔레노이드 코일
9. 막대자석
10. 집계도선

4. 시간구성

단계	실습 내용	시간
1	인사 및 출석체크와 조편성	5분
2	실험 실습 제목 및 목표 소개	5분
3	배경 이론 및 실험 실습 방법 설명	50분
4	실험 실습	50분
5	결과 정리 및 고찰	20분
6	조별 토의 및 보고서 작성	20분
7	결과 발표 및 토론	20분
8	총평 및 정리	10분

5. 실습

전자기유도



1. 오른쪽 그림과 같이 실험장치를 구성한다.

2. 검류계와 솔레노이드는 집게도선을 이용하여 서로 연결한다.

3. 아래 순서에 맞추어 자석을 움직여 실험하고 검류계의 눈금을 관찰한다.

a) 자석의 N극을 코일 속에 넣었다 뺀다.

b) 자석의 S극을 코일 속에 넣었다 뺀다.

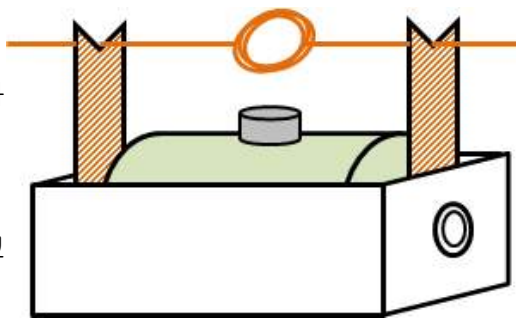
c) 자석은 가만히 두고 코일을 움직인다.

d) 자석 코일 속에서 움직이지 않는다.

e) 자석 수를 2개, 3개로 늘려서 실험한다.

f) 자석 움직이는 속도를 빨리 해본다.

모터만들기



1.구리판 2장의 끝을 V자 형으로 자른다.

2. 구리선을 감아 중심부에 원형 코일을 만든다.

3. 코일의 에나멜 코팅을 한쪽 끝은 완전히 벗겨내고 반대쪽은 절반만 벗겨낸다.



다 벗긴 에나멜선　　반만 벗긴 에나멜선

4. 건전지를 소켓에 장착하고 구리판을 건전기의 +극과 -극에 끼워 넣는다.

5. 네오디움자석을 건전지 중앙에 위치시킨다.

6. 위 그림과 같이 코일을 구리판 위에 올린다.

7. 약간의 힘을 주어 코일을 회전시킨다.

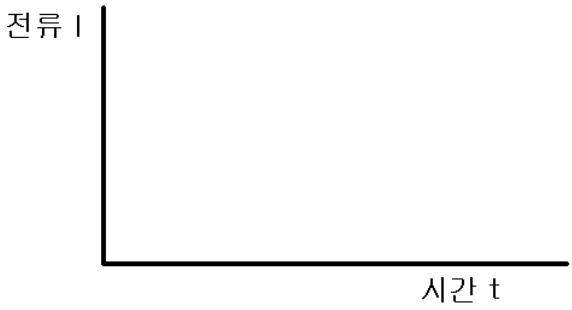
6. 실습결과　　전자기유도

1. 전류가 크기에 영향을 주는 요인에 대해 말해보자.

2. 전류의 방향을 결정짓는 요인에 대해 말해보자.

모터만들기

1. 고리에 흐르는 시간에 따라 변화하는 전류의 모습을 예상하여 그래프를 그려보자.



7. 고찰

고찰이란?

실험을 통하여 결과를 얻었을 때, 실험 과정과 결과에 대해 생각하고 연구하는 것을 의미한다. 실험 결과가 좋던 나쁘던 관계없이 실험 과정에서 발생할 수 있는 오류에 대해 생각하여 기재하고, 실험 결과에 대해 전체적인 정리를 하고, 더 나아가 실험과정과 결과를 이용하여 더 깊이 연구할 수 있는 실험에 대해 생각하고, 어떤 분야에 응용할 수 있는지에 대해 생각해보도록 하자.

8. 토론

1. 전기와 자기 현상의 연관성에 대해 알고 있는 것을 친구들과 공유해봅시다.

2. 여러 종류의 발전소들의 장단점에 대해 비교해봅시다.

3. 지구에는 유한한 에너지 자원이 있습니다. 우리가 사용하는 에너지 자원들은 대부분 다시 생산되기 어렵습니다. 따라서 새로운 형태의 대체에너지원을 찾는 것은 인류의 미래를 위해 정말 중요한 일입니다. 어떠한 종류의 대체 에너지원이 있는지 생각해보고 그런 새로운 대체에너지원의 장단점을 비교해 봅시다.

4. 인류에게 태양이란 어떤 존재인지 생각해 봅시다.

9. 느낀 점 **실험을 배우고 진행하며 느낀 점과 배운 점에 대해 글을 작성해 보자.**