

실험 8. 솔레노이드에서의 자기장

실험 목표

- ✓ 솔레노이드에서 전류와 자기장 사이의 관계를 알아본다.
- ✓ 솔레노이드에서 단위 길이당 도선이 감긴 수와 자기장 사이의 관계를 알아본다.
- ✓ 솔레노이드의 안팎에서 자기장의 변화를 알아본다.
- ✓ 투과 상수(permeability constant: μ_0)를 구한다.

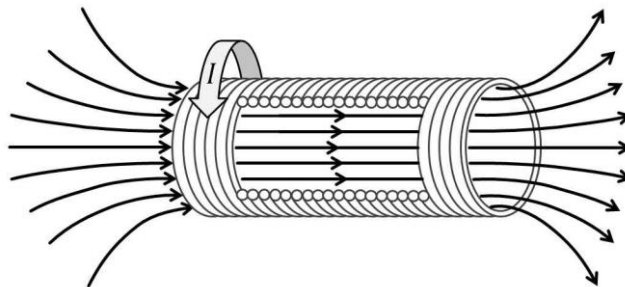
배경이론

- ✓ (YOUNG) Chapter 28.6 참고
- ✓ (Giancoil) Chapter 20.7 참고

솔레노이드 내부의 자기장

솔레노이드 내부에서의 자기장은 일정하며, 전류 I 가 흐르는 솔레노이드의 내부는 도선의 반지름과는 무관하게 전류 I 와 단위 길이당 도선을 감은 수 n 과 비례한다. N 은 도선을 감은 횟수이고, L 은 솔레노이드의 길이이다.

$$B = \mu_0 I n = \mu_0 I \frac{N}{L}$$



실험도구

컴퓨터, 인터페이스, 인터페이스 연결케이블, 센서 연결케이블 2 개, 전원 공급장치,

집계전선 5 개, 솔레노이드 1 개, 자기장 센서, 전류 센서, 미터자, 종이 테이프, USB 플래시 드라이브.

솔레노이드



실험 방법

실험 1. 전류와 자기장

1. 인터페이스 연결케이블을 이용하여 인터페이스와 컴퓨터를 연결한다.
2. 센서 연결케이블을 이용하여 자기장 센서와 전류 센서를 인터페이스와 연결한다. 채널은 상관 없다.
3. Excel 프로그램을 실행하고, [실험설정] → [채널설정]에서 자기장 센서와 전류 센서가 연결되었는지 확인한다.
4. [실험설정] → [센서설정]으로 들어가서 센서교정의 [교정하기]를 누른다. [교정]을 누른 후 [닫기]를 누른다. 두 센서 모두 교정해야 한다.
5. [실험설정] → [입력설정] 에서 [측정간격]을 0.2 초로 바꾼다.
6. 책상 위에 솔레노이드를 올려놓고, '그림 2-1'과 같이 솔레노이드의 감긴 횟수가 100회가 되는 부분에 집게 전선을 연결한다. 자기장 센서는 솔레노이드의 중앙에 배치한다.

※ 자기장 센서는 솔레노이드 내부의 정가운데에 배치해야 한다.

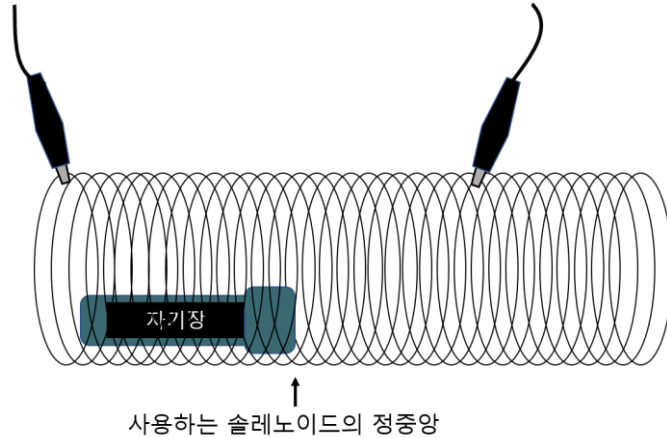


그림 2 - 1

7. 솔레노이드, 전원 공급장치, 전류 센서를 직렬 연결한다.
8. 솔레노이드 옆에 미터자를 둔다. 그리고 솔레노이드의 감긴 횟수가 100회이고, 길이가 50 cm가 되도록 늘린다. 이 상태에서 종이 테이프로 고정시킨다.
9. 전류 조절 다이얼은 중간까지 돌려놓고, 전압 조절 다이얼은 왼쪽 끝까지 돌아가 있는지 확인한 후에 전원 연결장치를 켜다.
 - ※ 솔레노이드는 절연 코팅이 되어있지 않으므로 전압을 과도하게 높이면 위험하다. 안전에 유의하여 사용한다.
10. 전류 센서 기준으로 전류가 약 0.2 A가 되도록 조절한다.
11. 이 상태에서 솔레노이드 내부의 자기장을 측정한다.
 - ※ 자기장의 단위가 mT, G 등으로 나온다. 단위는 [센서설정]에서 변경할 수 있다.
12. 0.1 A씩 증가시키면서 0.6 A까지 과정 9-11을 반복하여 자기장을 측정한다.
 - ※ 매 실험마다 자기장 센서를 교정해야 한다. 이 때, 전원 공급장치를 끄거나 집게 전선을 솔레노이드에서 분리한 후에 교정해야 한다.

실험 2. 감긴 횟수와 자기장

1. 솔레노이드의 감긴 횟수가 100회일 때, 길이가 50 cm가 되도록 한다.
2. 전류 센서를 기준으로 전류를 약 0.5 A로 유지한다.
3. '실험 1'처럼 솔레노이드 내부의 자기장을 측정한다.
 - ※ 매 실험마다 자기장 센서를 교정해야 한다.
4. 전류와 감긴 횟수를 유지하고, 길이를 10 cm씩 80 cm가 될 때까지 증가시키면서 자기장을 측

정한다.

5. 솔레노이드의 감긴 횟수가 80회일 때, 길이가 50 cm가 되도록 한다.
6. 전류와 길이를 유지하고, 감긴 횟수를 10 회씩 120 회가 될 때까지 증가시키면서 자기장을 측정한다.
7. 실험 결과를 이용하여 ‘단위 길이당 감긴 횟수-자기장’ 그래프를 그린다.

※ 엑셀에서 분산형 그래프를 그리면 된다.

실험 3

1. 솔레노이드의 길이가 1 m가 되도록 한다.
2. 전류 센서를 기준으로 전류를 약 0.5 A로 유지한다.
3. 솔레노이드 중심인 A 지점에서 자기장을 측정한다.
4. ‘그림 2-2’처럼 솔레노이드의 중심과 끝 부분의 중간이 되는 B 지점에서의 자기장을 측정한다.

※ 자기장 센서의 방향을 바꾸면 안된다.

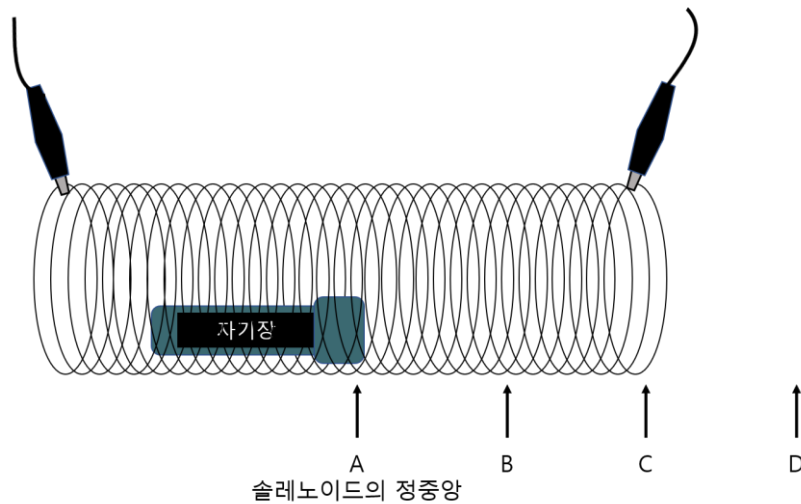


그림 2 - 2

5. 솔레노이드의 끝 부분인 C 지점의 자기장을 측정한다.
6. C로부터 밖으로 B만큼 떨어진 곳인 D 지점도 자기장을 측정하여 표에 기록한다.

실험 결과

실험 1

미터당 감긴 횟수 [회/m]		200	
전류 [A]	자기장 [mT]		투과 상수

실험 2

✓ 미터당 감긴 횟수-자기장 그래프를 붙인다.

솔레노이드의 길이 [m]	솔레노이드의 감긴 횟수 [회]	미터당 감긴 횟수 [회/m]	자기장 [mT]	투과 상수
0.5	100			
0.6	100			
0.7	100			
0.8	100			
0.5	80			
0.5	90			
0.5	110			
0.5	120			

실험 3

위치	A	B	C	D
자기장 [mT]				

결론

- ✓ 실험 결과를 이용하여 전류와 자기장의 관계를 설명한다.
- ✓ 실험 결과를 이용하여 미터당 감긴 횟수와 자기장의 관계를 설명한다.
- ✓ 실험을 통해 얻은 투과 상수에 대해 설명한다.
- ✓ 실험 결과를 이용하여 솔레노이드의 중심으로부터 멀어질 때 유한한 길이의 솔레노이드가 만드는 자기장의 변화를 설명한다.

고찰

참고자료