

# 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:  $\mu_0$ )를 구한다.

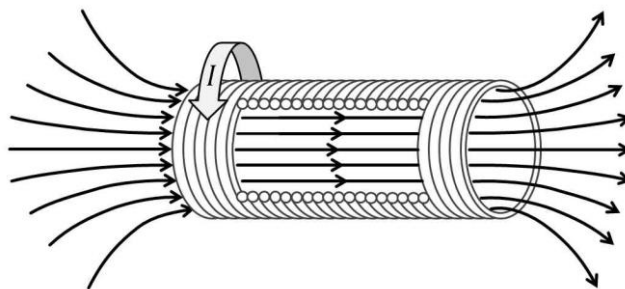
## 배경이론

- ✓ (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.

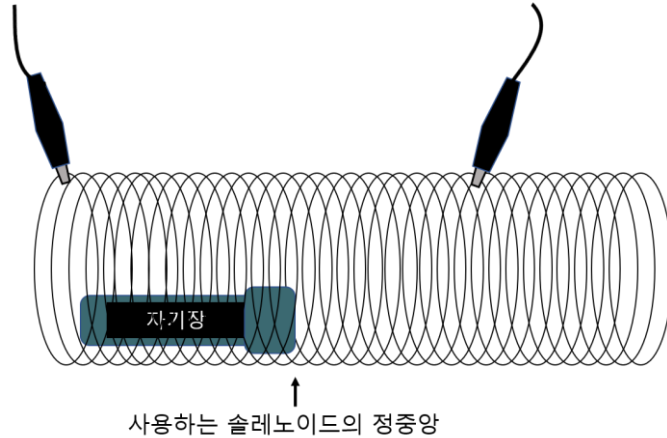


그림 2 - 1

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 켜는다.
  - ※ 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 1m가 되도록 한다.
2. 전류 센서를 기준으로 전류를 약 0.5A로 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.

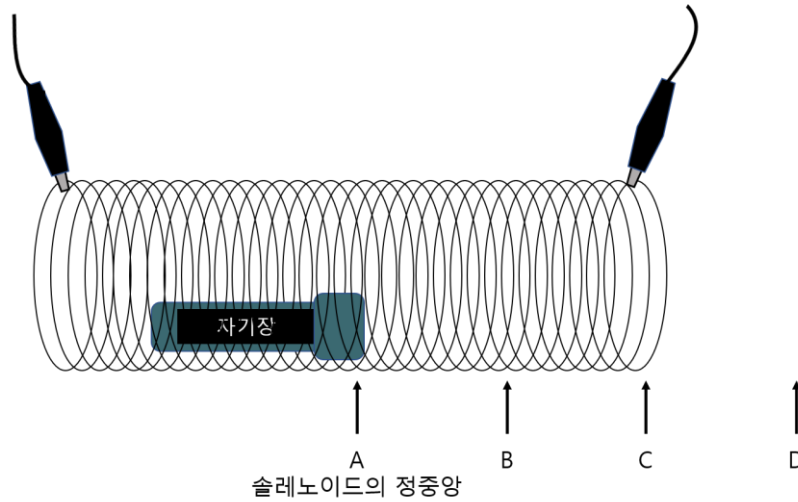


그림 2 - 2

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

