

솔레노이드의 자기장

1. 목적

코일에 전류가 흐르게 되면 자기장이 발생한다. 이러한 자기장에 영향을 미치는 요소에 대해 알아보기 위하여 솔레노이드 내부의 자기장을 측정하고, 솔레노이드를 통과하는 전류 값으로 계산한 이론적 수치와 비교한다.

2. 원리

매우 긴 솔레노이드 내부 영역의 자기장은 다음 식과 같다.

$$B = \mu_0 \times n \times I$$

여기서 μ_0 는 $4\pi \times 10^{-7} (T \cdot m/A)$, I 는 전류(A), n 은 솔레노이드의 단위 길이 당 전선의 감은 횟수이다. 이 식으로부터 자기장은 코일의 반지름이나 코일 내부의 위치에 상관없음을 알 수 있다.

3. 기구 및 장치

자기장 센서(CI-6520), 전력증폭기(CI-6552), 패치코드(SE-9750), 솔레노이드(SE-8563)

4. 실험방법

자기장 센서로 원통 모양의 솔레노이드 내부의 자기장 세기를 측정한다. 솔레노이드에 흘러주는 직류 전류는 전력 증폭기를 사용하여 공급한다.

DataStudio를 이용하여 솔레노이드 내부의 자기장과 솔레노이드에 흐르는 전류의 측정값을 기록한다. 솔레노이드 내부에서 측정된 자기장을 단위 길이 당 전선의 감은 수와 전류에 근거하여 계산한 이론적 자기장과 비교한다.

PART 1 : 컴퓨터 설치하기

- (1) DataStudio의 접속 장치를 컴퓨터에 연결하고, 접속 장치와 컴퓨터를 켜라.
- (2) 자기장 센서의 DIN 플러그를 접속 장치의 Analog Channel A에 연결하라.
- (3) 전력 증폭기를 Analog Channel B에 연결하라. 전력 코드를 전력 증폭기 뒤에 꽂고, 전력 코드의 플러그를 전기 콘센트에 연결하라.
- (4) 다음과 같은 이름의 파일을 열어라 : P58 Solenoid, data studio

※ Signal Generator 는 DC 10.0 V의 출력으로 조정되어 있다. 데이터 측정의 시작과 종료에 따라 자동으로 시작하고 멈추도록 'Auto'로 설정되어 있다.

PART 2 : 센서 보정하기와 실험 기구 설치하기

본 실험에 사용되는 자기장 센서와 전력 증폭기는 보정할 필요가 없다. 자기장 센서는 다음과 같이 자기장 세기에 정비례하는 전압을 만들어낸다.

: $10 \text{ mV} = 10 \text{ gauss}$ ($1000 \text{ gauss} = 0.1 \text{ tesla}$). 센서의 범위는 $\pm 2000 \text{ gauss}$ 이다.

- (1) 1차/2차 코일 세트 중에서 2차(바깥쪽) 코일만 사용하라. 패치 코드로 전력 증폭기의

- 출력 단자와 솔레노이드의 입력 단자를 연결하라.
- (2) 솔레노이드와 자기장 센서를 움직여 센서의 끝을 솔레노이드 내부로 삽입하라.

PART3 : 데이터 기록하기

- (1) 자기장 센서를 자기장의 근원에서 멀리 두고 센서 박스의 TARE 버튼을 눌러 센서의 수치를 0으로 만들어라.
- (2) 센서에서 RADIAL/AXIAL SELECT SWITCH를 클릭하여 AXIAL(축) 모드를 선택하라.
- (3) 센서를 솔레노이드 옆에 놓아라.
- (4) 데이터 측정을 시작하라. Signal Generator는 자동으로 시작할 것이다.
- (5) 디지털 표시 전류값을 Data section에 기록하라.
- (6) 센서 막대를 코일의 중간으로 집어넣어라. 코일 속의 센서를 방사상(지름방향)으로 움직이면서 센서의 위치에 따라 컴퓨터의 수치가 변화하는지 관찰하라.
- (7) 코일의 양쪽 끝에서 멀리 떨어진 코일 내부의 중간지점에서 자기장의 축 성분 값을 읽고 기록하라. Data section에 이 수치를 기입하라.
- (8) 자기장 센서를 코일에서 빼고, RADIAL(지름) 모드로 전환하라. 자기장 센서를 자기장의 근원에서 멀리 두고 센서 박스에서 TARE 버튼을 눌러 센서의 수치를 다시 0으로 만들어라.
- (9) 센서 막대를 코일의 중간에 집어넣어라. Data section 에 자기장의 방사성분 값을 읽고 기록하라.
- (10) 솔레노이드 코일의 길이를 측정하라.

데이터 분석하기

- (1) 측정된 전류, 코일의 길이, 코일의 감은 횟수를 사용하여 코일 안의 자기장의 이론적 수치를 계산하라. 이 값을 기록하라.
- (2) 데이터를 이용하여 Lab Report section의 질문에 답하라.

솔레노이드의 자기장

[1] 측정값 및 실험값 계산

◎ 데이터

- 솔레노이드의 총 길이 : 11 cm
- 솔레노이드를 감은 전선 회 수 : 2920 번
- n (솔레노이드의 단위 길이 당 전선의 감은 수) :
- 기록된 전류 = amps
- 처음 코일의 길이 = cm
- 이론적 자기장 = gauss
- 측정된 자기장 (gauss)

Axial(gauss)	Radial(gauss)

[2] 결과 및 토의

[3] 질문

- 1) 센서가 코일의 중심축으로부터 바깥쪽으로 (코일의 감은 곳 안쪽 벽까지) 지름방향으로 움직일 때 자기장의 축 성분 값이 변화하는가?
- 2) 센서를 코일의 입구 근처에서 약간 안쪽에 놓고 측정한 자기장의 축 성분 값이 코일 내부의 중간지점에서 측정한 축 성분 값과 차이가 있는가?
- 3) 자기장의 축 성분과 지름 성분 값을 비교함으로써, 솔레노이드 내부의 자기장선의 방향에 대하여 어떠한 결론을 내릴 수 있는가?
- 4) 이론적인 값과 축 성분 값의 차이를 퍼센트(%)로 비교하라. 어떠한 요인에 의하여 이러한 차이가 생기는가?