

자기력 측정

1. 실험 목적

자기장 속에 있는 전류가 흐르는 도선에 작용하는 자기력을 측정하여 자기장 B 를 측정한다.

2. 이론

대전 입자가 자기장 내에서 운동할 때 자기력이 작용하므로, 전류가 흐르는 도선이 자기장 내에 놓여 있다면, 자기력이 도선에 작용하게 된다. 전류는 운동하는 많은 대전 입자들의 집합이므로, 자기장이 도선에 작용하는 전체 힘은 전류를 구성하는 모든 대전 입자에 작용하는 각각의 힘을 벡터적으로 합한 것이다. 입자에 작용하는 힘은 입자의 충돌을 통해 도선 전체에 전달된다.

전류가 흐르는 도체에 작용하는 힘은 그림 1(b)와 같이 도선 내에 전류가 흐르지 않을 때 도선은 수직 상태를 유지한다. 그림 1(c)와 같이, 전류가 위로 흐르면 도선은 왼쪽으로 밀려나고, 그림 1(d)와 같이 전류의 방향을 바꾸면 도선은 오른쪽으로 밀려난다.

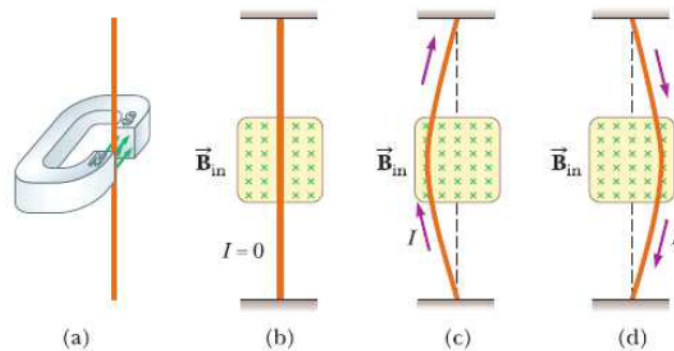


그림 1. 도선이 받는 자기력

균일한 자기장 \vec{B} 내에서 전류 I 가 흐르는 길이 L , 단면적 A 인 직선 도선의 시료를 생각해 보자. 유동 속도 \vec{v}_d 로 움직이는 전하 q 에 작용하는 자기력은 $q\vec{v}_d \times \vec{B}$ 로 주어진다. 도선에 작용하는 전체 힘은 전하 하나에 작용하는 힘 $q\vec{v}_d \times \vec{B}$ 에 시료 안에 있는 전하의 수를 곱해야 한다. 시료의 부피는 AL 이므로, n 을 단위 부피당 전하의 수라고 하면 시료 안에 있는 전체 전하의 수는 nAL 이다. 그러므로 길이 L 의 도선에 작용하는 전체 자기력은

$$\vec{F}_m = (q\vec{v}_d \times \vec{B})nAL \quad (1)$$

도선 안에서의 전류는 $I = nqv_dA$ 이므로

$$\vec{F}_m = I\vec{L} \times \vec{B} \quad (2)$$

여기서 \vec{L} 은 전류 I 방향으로의 길이 벡터이다. \vec{L} 의 크기는 시료의 길이 L 과 같다. 이 표현은 균일한 자기장 내에 있는 직선 도선의 시료에만 적용된다. 자기력의 크기만 표현하면

$$F_m = ILB \sin\theta \quad (3)$$

자기장 내에 놓인 임의의 모양의 도선을 생각해 보자. 각 전류 요소에 작용하는 힘을 합하면 되므로

$$\vec{F}_m = I \int_a^b d\vec{s} \times \vec{B} \quad (4)$$

이다.

3. 실험장치

- (1) 기초 전류 천칭(SF-8607)
- (2) 전류 천칭 액세서리(SF-8608)
- (3) 도선 세트
- (4) 직류 전원 장치
- (5) 전자 저울

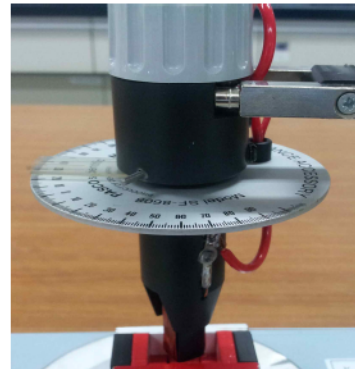
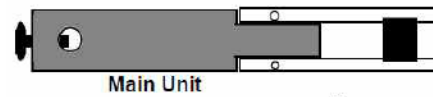


그림 3. 전류천칭 액세서리



그림 4. 도선 세트와 자석

4. 실험절차

4.1 전류와 자기장의 사이각의 변화에 따른 자기력의 측정

(1) 기본 장치(Main Unit)를 스탠드에 장착한다.

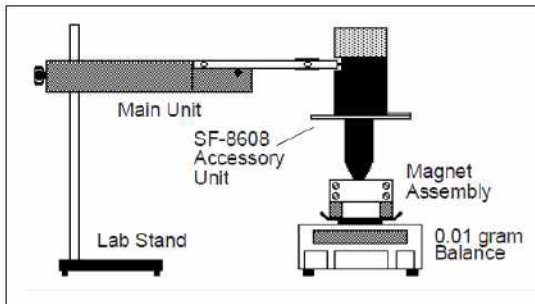


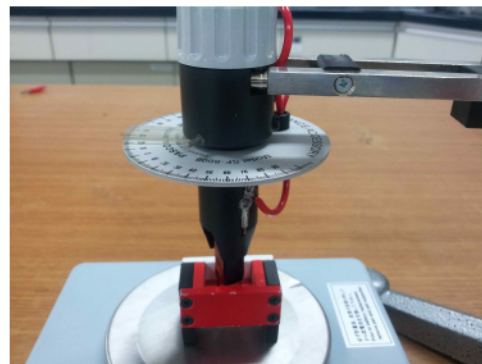
그림 5. 기본 장치의 설정



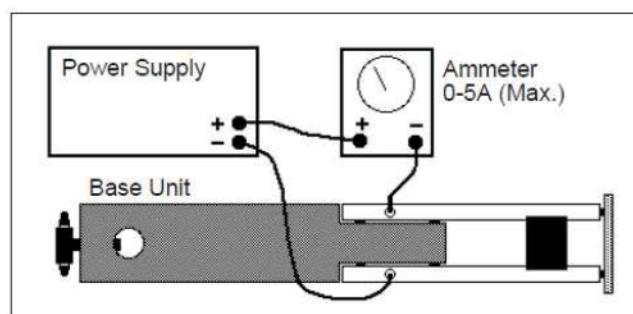
그림 6. 실제 사진

(2) 기본 장치에 SF-8608 액세서리를 설치한다.

(3) 액세서리의 다이얼을 0°로 설정한다. 전자저울의 중앙에 자석 세트를 위치시키고, 액세서리의 도선 부분을 자석의 중앙에 위치시킨다. 자기장이 도선과 평행하도록 자석 세트를 위치시킨다. 이때 전류 고리가 자석과 닿아서는 안된다.



(4) 전원공급장치와 전류계를 그림에서 보는 것처럼 연결한다.



(5) 전자저울의 전원을 켜고 눈금이 0이 되도록 TARE(또는 영점) 단추를 누른다.

(6) 직류전원장치에서 일정한 전류를 공급하도록 설정한다. 전류의 크기는 2.0A로 설정한다.

(7) 전자저울에 나타나는 눈금을 기록한다. 표시되는 값은 자기력의 크기에 대응하는 질량

을 표시하므로 중력 가속도를 곱하여 힘을 구할 수 있다.

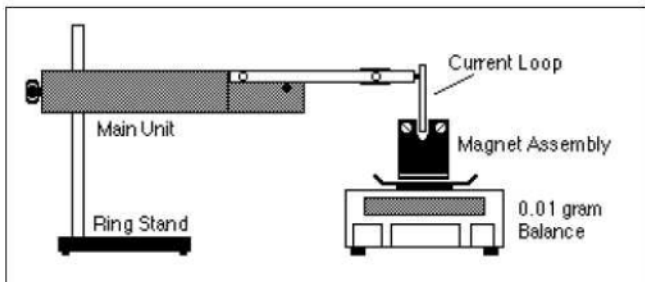
- (8) 다이얼을 시계방향으로 5°씩 증가시키면서 저울의 눈금을 읽고 기록한다.
- (9) 각도의 변화에 따른 힘의 크기를 그래프로 그려본다.

◆ 설명 동영상 : (동영상을 클릭하세요. 동영상이 재생되지 않으면 [여기](#)를 클릭하세요.)

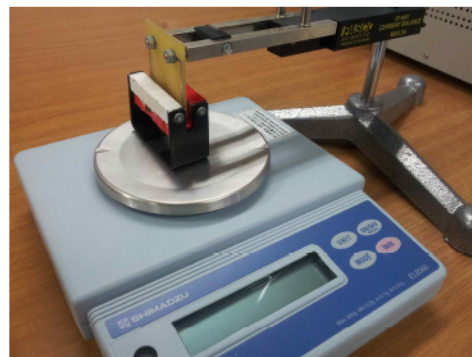


4.2 전류 및 전류가 흐르는 도선의 길이 변화에 따른 자기력의 측정

- (1) 기본 장치에 전류 고리를 설치한다. 6가지 전류 고리 중 하나를 사용하여 도선의 길이를 변화시키면서 실험을 반복한다. 각 전류 고리의 도선 길이는 아래 표와 같다.



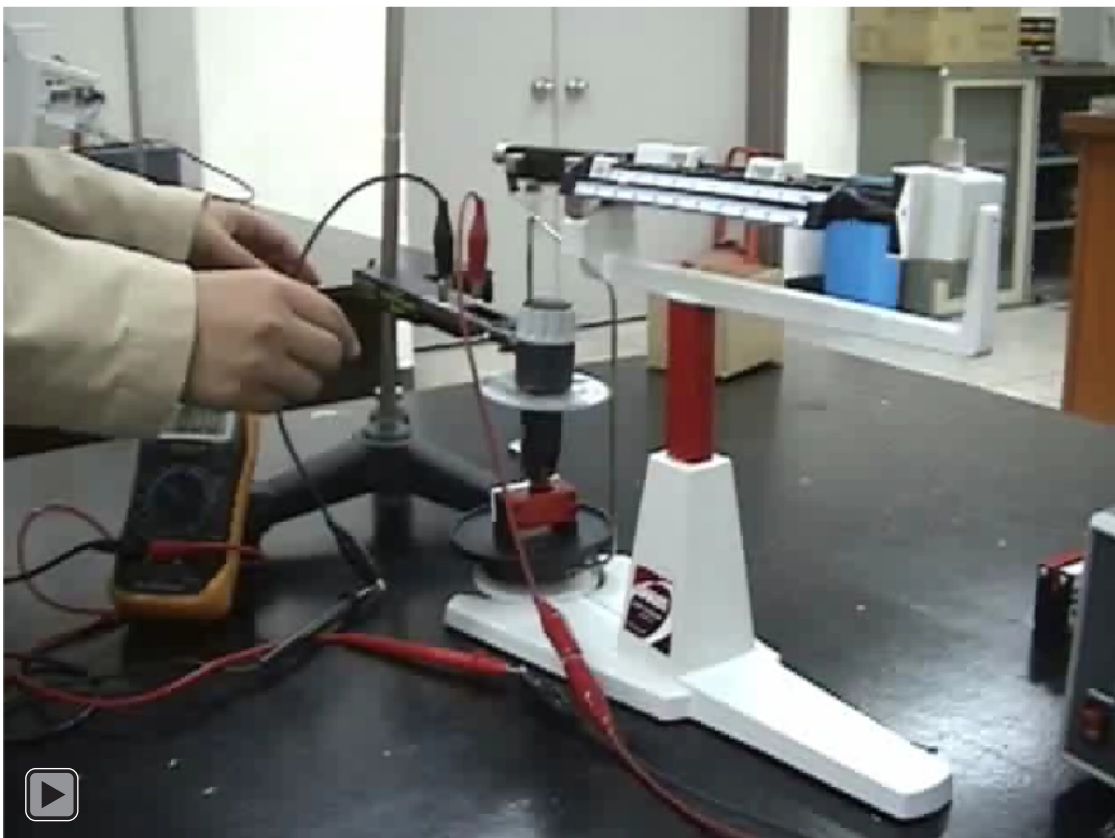
| Current Loop | Length |
|--------------|--------|
| SF 40 | 1.2 cm |
| SF 37 | 2.2 cm |
| SF 39 | 3.2 cm |
| SF 38 | 4.2 cm |
| SF 41 | 6.4 cm |
| SF 42 | 8.4 cm |



- (2) 자석 세트를 전자저울의 중앙에 올려놓고, 전류 고리의 수평 부분이 자석의 자극 영역을 통과하도록 스탠드를 위치시킨다. 전류 고리가 자석과 닿아서는 안됩니다.

- (3) 전원공급장치와 전류계를 연결한다.
- (4) 전자 저울의 전원을 켜고 눈금이 0이 되도록 TARE(또는 영점) 단추를 누른다.
- (5) 직류전원장치의 설정을 조정하여 도선에 흐르는 전류를 3.0A로 설정하고 저울에 나타나는 눈금을 기록한다. 표시되는 값은 자기력의 크기에 대응하는 질량을 표시하므로 중력 가속도를 곱하여 힘을 구할 수 있다.
- (6) 전류 고리를 바꾸면서 실험을 반복한다. 각 전류 고리의 도선 길이는 아래 표와 같다.
- (7) 도선의 길이와 그에 따른 자기력의 크기를 그래프로 정리한다.
- (8) 전류 고리 중 하나를 선택하여 자석 세트 사이에 위치시키고 전원장치와 전자저울을 설정한다.
- (9) 직류전원장치의 설정을 조정하여 도선에 흐르는 전류를 0.5A 단위로 변화시키면서 저울에 나타나는 눈금을 기록한다. 표시되는 값은 자기력의 크기에 대응하는 질량을 표시하므로 중력 가속도를 곱하여 힘을 구할 수 있다.
- (10) 전류의 크기에 따른 자기력의 크기를 그래프로 정리한다.

◆ 설명 동영상 : (동영상을 클릭하세요. 동영상이 재생되지 않으면 [여기](#)를 클릭하세요.)

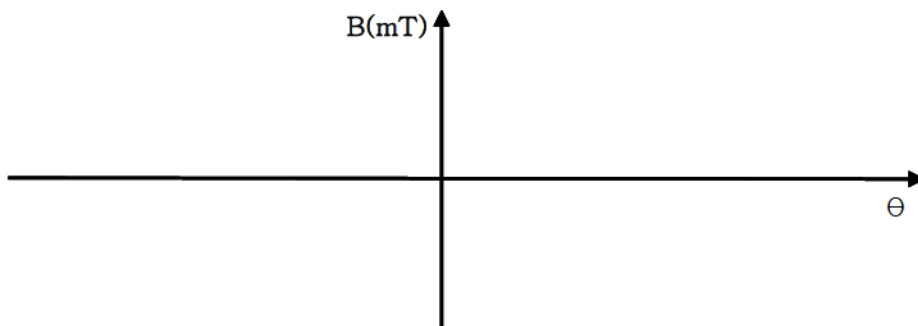


5. 측정 결과

| | | | |
|-------|--|-------|--|
| 학과/분반 | | 실험 일시 | |
| 실험 조 | | 작성자 | |

5.1 전류와 자기장의 사이각의 변화에 따른 자기력의 측정($I=2.0A$)

| 각도 (deg) | 저울의 눈금(질량) (g) | 힘 (N) | 자기장 (T) | 각도 (deg) | 저울의 눈금(질량) (g) | 힘 (N) | 자기장 (T) |
|----------|----------------|-------|---------|----------|----------------|-------|---------|
| 0 | | | | 0 | | | |
| 5 | | | | -5 | | | |
| 10 | | | | -10 | | | |
| 15 | | | | -15 | | | |
| 20 | | | | -20 | | | |
| 25 | | | | -25 | | | |
| 30 | | | | -30 | | | |
| 35 | | | | -35 | | | |
| 40 | | | | -40 | | | |
| 45 | | | | -45 | | | |
| 50 | | | | -50 | | | |
| 55 | | | | -55 | | | |
| 60 | | | | -60 | | | |
| 65 | | | | -65 | | | |
| 70 | | | | -70 | | | |
| 75 | | | | -75 | | | |
| 80 | | | | -80 | | | |
| 85 | | | | -85 | | | |
| 90 | | | | -90 | | | |



6. 고찰 사항

※ 고찰 사항의 질문에 답하는 것이 보고서의 전부가 아닙니다. 여기에 있는 질문은 단지 보고서를 작성할 때 도움을 주기 위한 것입니다.

- (1) 전류천칭의 구조와 원리에 대해 알아보자.
- (2) 본 실험에서는 전류천칭을 이용하여 자기장을 측정하였다. 자기장을 측정하는 다른 방법에 대하여 알아보자.