실험 문제 1 풀이

홀 효과와 자기 저항 효과

1. 홀 센서의 감도 α 정하기

건전지 1이 공급하여 밀리암미터와 센서(핀 P와 Q)를 지나는 전류 I_H는 바꾸지 않고 유지한다. 가변 저항으로 $I_H \sim 1$ mA를 유지한다. 홀 전압 U_H는 밀리볼트계로 핀 M과 N 사이에서 잰다.

자기장이 없을 때 $-1.3\ \text{mV} < V_{MN} < 1.3\ \text{mV}$를 얻는다.

센서에서 거리 $y = 2\ \text{cm} = 2\times10^{-2}$ m인 곳의 각도기 위에 자석을 놓는다.

각도기를 돌려 U_H가 최대가 되게 한다. 그러면 자석과 센서를 잇는 선이 센서 면에 수직인 자석 위치를 찾게 된다. 자석이 이 위치에 있을 때 자석의 축은 센서 면에 수직이고, B는 전류 I_H에 수직이며 $\theta = 90^\circ$이다.

U_{MN}을 재고 U_H의 값을 계산한다: $U_H = U_{MN} - V_{MN}$.

식 (1)을 써서 B의 값을 계산한다.

관계식 $\alpha = U_H/IB$로 α의 값을 계산한다.

측정을 되풀이하여 서로 다른 α 값을 4-5개 얻고, α의 평균값과 편차 △α를 계산한다.

2. θ에 대한 U_H의 의존성 조사

a. $y = 2$ cm로 그대로 둔다. 각도기를 돌려 B와 전류 방향 사이의 각 θ를 바꾼다.

b. 각 θ마다 (늘 같은 I_H로) U_H를 잰다. 각을 $-90^\circ \le \theta \le 90^\circ$ 범위에서 바꾼다.

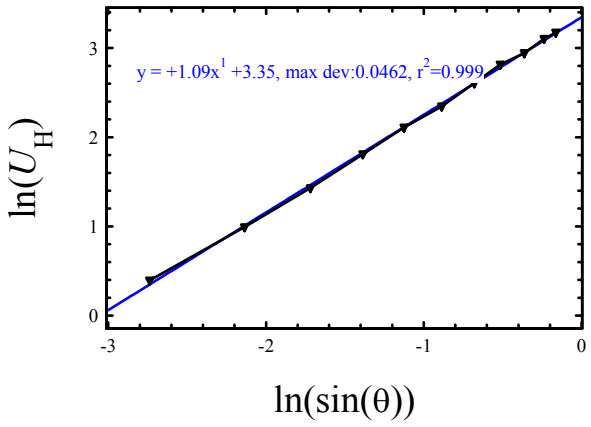
θ에 대한 U_H를 표로 만든다.

$U_H = \gamma \sin^m \theta$이면:

$$\ln U_H = \ln\gamma + m.\ln(\sin\theta) \qquad (2)$$

$\ln U_H$ 대 $\ln(\sin\theta)$의 그래프를 그리면 m과 오차를 얻는다.

그래프를 그려 보면 $\ln U_H$ 대 $\ln(\sin\theta)$ 그래프는 직선이다. 그래프에서 m = 1을 알아낸다.



3. B에 대한 △R/R의 의존성 조사

1번에서 감도 α를 구한 홀 센서로 자기 유도 B를 잰다. 이것은 자기 저항을 조사하는 데도 쓰인다. N과 M 사이의 저항은

실험하는 동안 바뀌지 않으므로(약 350 Ω), B에 대한 △R/R 대신 △R의 의존성을 조사할 수 있다.

a. 1번에서 설명한 방법으로 자석의 축을 센서 면에 수직으로 유지한다. 홀 센서에 전류 I = 1 mA를 흘리고 (센서 위치의) 자기장 세기를 잰다.

전류를 끄고 멀티미터를 밀리볼트계 방식에서 저항계 방식으로 바꾼다.

N과 M 사이의 저항을 재고 △R의 값을 계산한다.

센서에서 자석까지의 거리 y를 2 cm에서 0.6 cm까지 바꾸며 위 측정을 되풀이한다. B에 대한 △R/R 또는 △R 값을 표로 만든다.

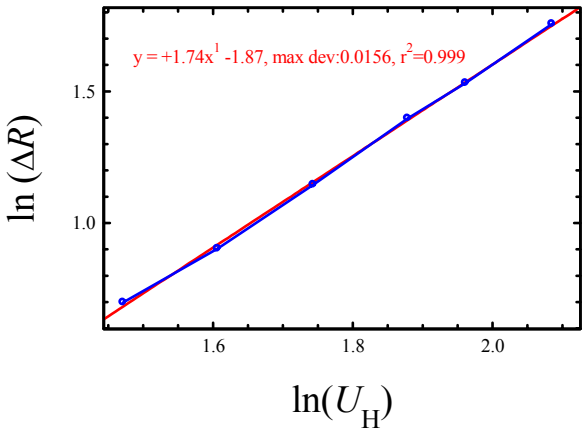
b. $\frac{\Delta R}{R} = \beta . B^k$ 이라 하면:

$$\ln\left(\frac{\Delta R}{R}\right) = \ln \beta + k \ln B \qquad (1)$$

$\ln\left(\frac{\Delta R}{R}\right)$ 대 ln B의 그래프를 그린다.

실험 점들을 될 수 있는 한 가깝게 지나는 직선을 긋는다. 이 직선의 기울기가 k의 값을 준다. k ~ 2를 얻을 수 있다. k의 편차는 그래프에서 눈대중으로 어림할 수 있다.

학생은 최소 제곱법으로 k와 오차를 정해도 된다.



4. 토로이드 코일 속 강자성 심의 투자율 μ 정하기

홀 센서를 틈에 넣는다. 센서에 흐르는 전류를 I = 1 mA로 일정하게 유지한다. 센서로 틈 속의 B를 잰다.

코일을 전류계를 거쳐 건전지 2에 연결한다. 코일에 흐르는 전류 값 I_C를 적는다. I_C는 3-4 A 사이에서 바뀐다. 센서의 온도가 바뀌지 않도록 값을 읽은 뒤 곧바로 전류 I_C를 끈다.

코일의 감은 수 N을 센다. U_H, α의 값으로 B를 정한다. B, ρ, d, N의 값으로부터 다음 관계식을 써서

$$\frac{B(\rho - d)}{\mu} + Bd = 4\pi . 10^{-7} . N . I ,$$

μ의 값을 얻는다.