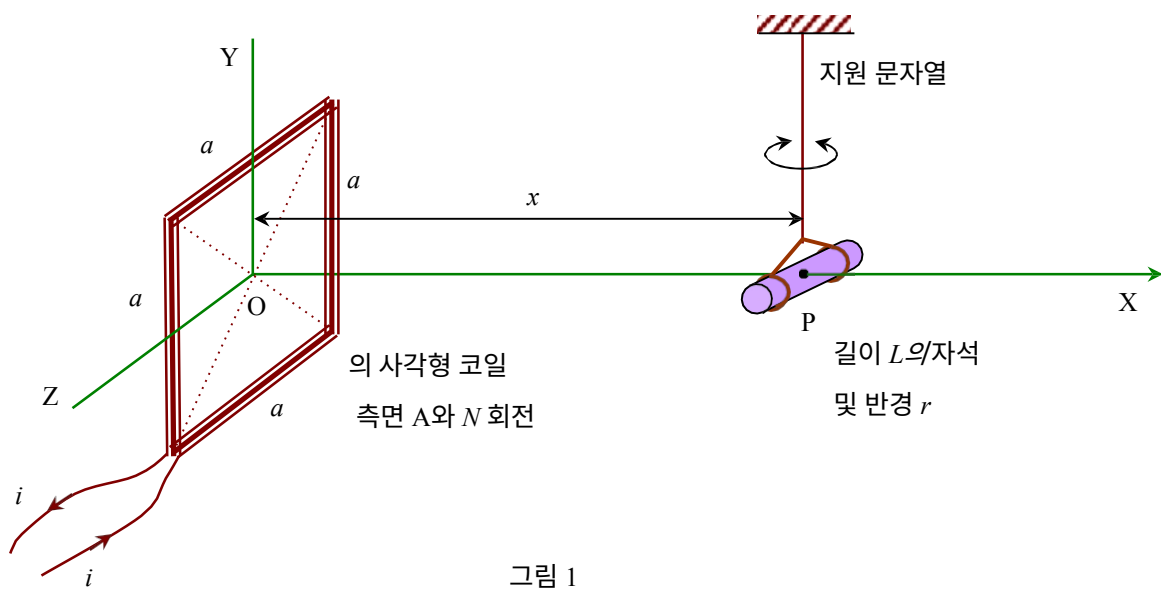


문제 1: 지구의 수평 자기장

이것은 지구 자기장의 수평 성분을 결정하기 위한 것입니다.

$B_{(H)}$ 를 사용하여 작은-

원통형 막대 자석의 진폭 진동입니다. 자석은 지구의 정적장과 정사각형 코일로 인한 정적장의 결합으로 진동합니다.



실험은 세 섹션으로 진행됩니다. 섹션 I은 섹션 III에서 사용할 공식을 도출하는 것입니다.

장치

각 학생에게는 그림 2와 같은 장치가 제공됩니다:

- 저항 $5.2 \pm 0.2 \, \Omega$ 및 130 회전의 정사각형 코일
- 질량 $15.0 \pm 0.2 \text{g}$ 의 작은 원통형 자석으로 나일론 끈이 달려 있습니다.
- 전압계(코일의 전위차 측정 전용)
- 전원 공급 장치(자기장의 간섭을 피하기 위해 테이블 아래에 배치)
- 나무 스탠드
- 스톱워치
- 자
- 각도기
- 화이트 라벨(직접 작성 가능)
- 컬러 점토
- 그래프 종이
- 전기 코드

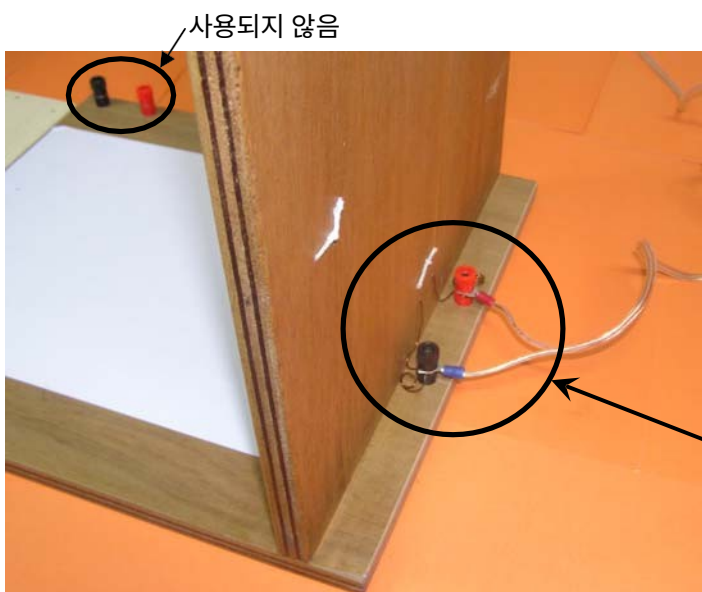


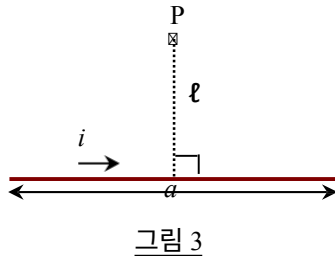
그림 2

경고

멀티 미터를 사용하여 코일의 전압 차이만 측정하세요. 다른 모드에서 멀티 미터를 사용하면 전원 공급 장치가 손상 될 수 있습니다!!!

섹션 I

[1점]



여기서 직선 전류 소자 ia 의 중앙으로부터 수직 거리 l 에서의 자속 밀도 B_p 는 다음과 같습니다.

$$B_p = \frac{\mu_0 i}{2\pi l} \frac{(a/2)}{\sqrt{l^2 + (a/2)^2}} \quad \dots\dots\dots(i)$$

여기서 $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7}$ 미터당 헨리, 여유 공간의 투과성입니다.

이 식을 사용하여 그림 1의 점 P에서 정사각형 코일의 자속 밀도 크기에 대한 식이 다음과 같이 주어짐을 보여줍니다.

$$B_{px} = \left(\frac{\mu_0 a^2 i N I}{2\pi} \right) \left(\frac{1}{\sqrt{l^2 + (a/2)^2}} + \frac{1}{\sqrt{l^2 + (a/2)^2}} + \frac{1}{\sqrt{l^2 + (a/2)^2}} + \frac{1}{\sqrt{l^2 + (a/2)^2}} \right) \quad \dots\dots\dots(ii)$$

또한 순 자기장 B 에서 자석의 작은 진폭 진동 주기는 다음과 같습니다.

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{I}{mB}} \quad \dots\dots\dots(iii)$$

여기서 질량 가진 자석의 자기모멘트이고, I 는 질량 중심을 관통하는 축에 대한 관성모멘트입니다.

$$I = M \left(\frac{L^2}{12} + \frac{r^2}{4} \right) \quad \dots\dots\dots(iv)$$

섹션 II

[0.8점]

섹션 III의 실험을 위해서는 그림 1과 같은 위치에 자석을 정렬해야 합니다. 끈의 길이가 너무 짧으면 자석의 진동에
서 끈의 비틀림을 무시할 수 없습니다. 적절한 측정(예: 지구 자기장에서만 자석의 진동)을 수행하여 끈의 비틀림을
무시할 수 있음을 정당화합니다. 그래프를 그릴 필요는 없습니다.

섹션 III

다음 실험(가, 나, 다)에서는 그림 1에 표시된 위치에 자석을 정렬해야 합니다. 자석의 중심과 플랫폼의 윗면 사이의
거리 값을 측정하고 적습니다.

[0.2 포인트]

a) 코일의 자기장과 지구의 수평 자기장이 같은 방향[5점]입니다.

경고

코일을 전원 공급 장치에 연결하고 이상 켜두세요.

코일의 자기장과 지구의 자기장이 같은 방향일 때 결합된 자기장 세기의 다른 값에 대한 진동 주기를 측정합니
다. 직선 그래프를 그리고 이 그래프에서 B_H 와 자기 모멘트 m 의 값을 계산하고 그 오차를 추정합니다.

b) 지구 자기장만

[1점]

(a)의 m 값과 다음이 없을 때 자석 막대의 진동 주기를 사용하십시오.

섹션 II의 코일의 자기장을 사용하여 오차 값을 다시 계산합니다.

B_H 를 추정하고

c) 코일의 자기장과 지구의 수평 자기장이 반대 방향인 경우

[2점]

전원 공급 장치에서 연결을 반대로 하여 평형 위치 x_0 를 구합니다.

X를 따라

지구 자기장과 코일의 반대 자기장 사이의 방향입니다. 지구의 자기장 방향으로

x_0 의 값 의 값을 다시 계산하려면 $B_{(H)}$ 구하고 그 오차를 추정합니다.

문제 2: 물이 채워진 용기의 진동

학생은 캐비티가 물로 완전히 채워진 알루미늄 용기의 두께 t 를 결정하기 위해 비파괴 측정을 수행해야 합니다. 알루미늄 용기는 원통과 두 개의 끝판으로 구성되어 있습니다. 원통의 길이는 외부 반경은 R 입니다. 용기의 총 길이는 h 입니다. 양쪽 끝판의 두께는 0.60cm 입니다(그림 1 참조). 이 두께의 오차는 무시해도 됩니다. 이 문제에서는 질량과 길이의 단위로 각각 그램과 센티미터를 사용하세요.

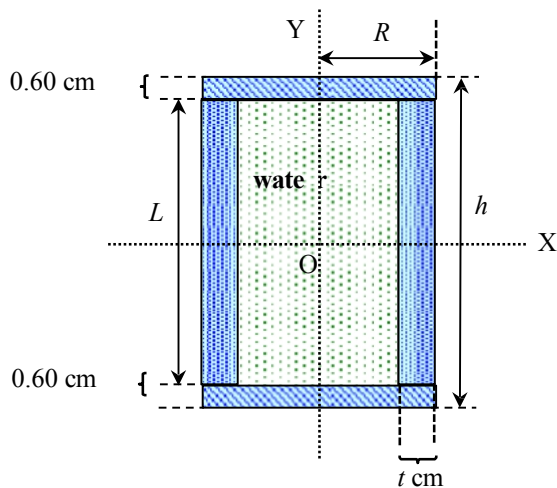


그림 1

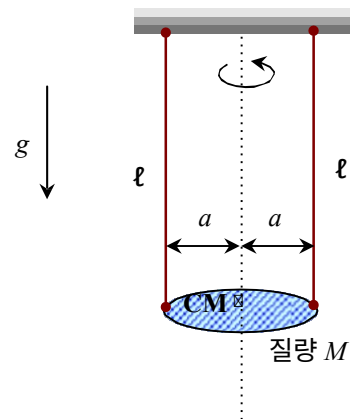


그림 2

그림 2는 질량 M 의 소위 이중 필라멘트 현탁액을 보여줍니다. 두 현은 각각 길이가 l 입니다. M 의 작은 진폭 진동의 주기 T 는 다음과 같습니다.

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{l I}{g M a^2}} \dots\dots\dots(i)$$

여기서 I 는 M 의 질량 중심을 관통하는 수직축에 대한 유효 관성 모멘트입니다.

여기서 g 는 방콕에서 중력에 의한 가속도입니다($g = 978 \text{ cm s}^{-2}$).

이 실험은 두 부분으로 구성됩니다. 섹션 I은 공식 도출에 관한 것이고 섹션 II는 실제 실험에 관한 것입니다.

장치

각 학생에게는 다음이 제공됩니다:

1. 물이 채워진 용기
2. 스탠드
3. 스톱워치
4. 눈금자
5. 나일론 끈
6. 각도기
7. 마스킹 테이프
8. 칼(아래 그림에 표시되지 않음)



섹션 I

[2.0점]

학생은 다음 수량의 관점에서 **식을 도출해야** 합니다 [그림 1 참조].

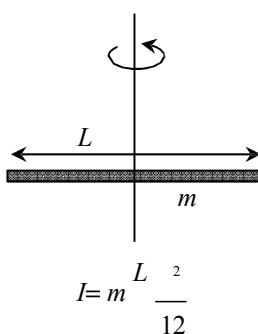
- i) 용기의 원통형 몸체의 질량(m_1)입니다,
- ii) 각 엔드 플레이트의 질량(m_2)),
- iii) 전체 캐비티에 있는 물의 질량(m_3),
- iv) 물이 채워진 용기의 총 질량(M)과
- v) 물이 **이상적인** 유체라고 가정할 때 물이 채워진 용기의 Y축에 대한 유효 관성 모멘트 I_y 를 구합니

다(그림 1 참조).

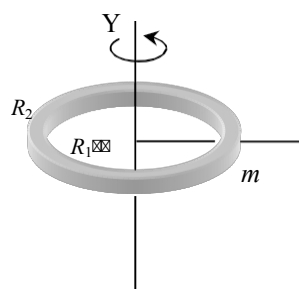
그런 다음 R, h, L 의 측정을 수행합니다. 값을 대입하여 I_y 의 관점에서 **식을 도출합니다**.

위의 i)-v)의 양에 대해. 알루미늄 밀도 $\rho = 2.70 \text{ g/cm}^3$, 물 밀도 1.00 입니다.

g/cm^3 .

힌트:

길이 L 의 얇은 막대



내부 반경 R_1 과 외부 반경 R_2 의 얇은 실린더

$$I_y = \frac{1}{2} m (R_2^2 + R_1^2),$$

$$I_x = \frac{1}{4} m (R_2^2 + R_1^2)$$

그림 3

섹션 II

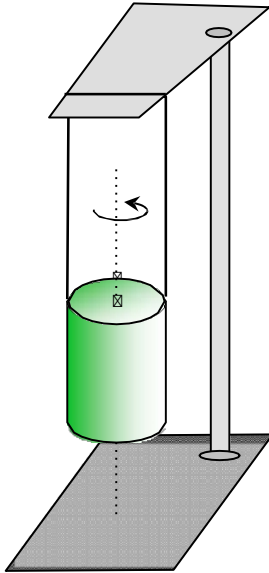


그림 4

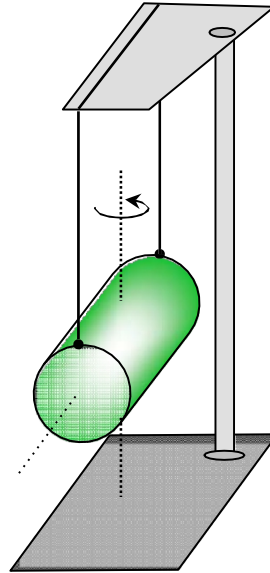


그림 5

a) 대칭축에 대한 각도 진동

진폭이 작은

하나의 고정 값인 ℓ 에 대해 기간 $T_{(y)}$ 을 정밀하게 측정합니다.

경우 [4.0점]입니다.

진동을 그림 4와 같이 설정합니다. 그런 다음 두께(t) 값을 계산합니다.

원통형 벽의

두께에 대한 실험 오차 Δt 를 추정합니다.

다음 값도 계산합니다.

m_1, m_2, m_3 , 그리고 이 값의 t 를 사용하여 M 을 계산합니다.

b) 길이에 수직인 중심 축에 대한 각도 진동

[2.8점]

용기의 이중 필라멘트 서스펜션을 그림 5의 서스펜션으로 변경하고 (a)와 유사한 측정을 수행합니다.

그런 다음 방금 찾은 진동 주기 값과 함께 t , m_1 , m_3 , M 의 값을 사용합니다.

를 (a)에서 찾은 값을 사용하여 X축에 대한 용기의 유효 관성 모멘트 I^{Exp} 값을 계산합니다(그림 2 및 그림 5 참조).

(a)에서 찾은 t 의 값을 기반으로 I^{Theo} 의 값에 대한 이론적 추정치도 계산합니다.

(가)에서 계산된 물의 질량 전체가 이제 선박의 진동 운동에 참여하도록 제한되어 있다고 가정합니다.

c) 관성 모멘트의 실험값과 이론값 비교하기

[1.2점]

$I^{\text{(Theo)}}$ 값과 I^{Exp} 값의 차이(ΔI_x)는 얼마입니까?

x x

이 차이가 통계적으로 유의미하다고 생각하시나요?

이 물이 끝판에 부착된 원형 원판이라고 가정하고 (b)에서 진동 운동에 참여하는 물의 질량 비율을 추정합니다.

힌트:

$$I_x^{\text{Theo}} = \frac{1}{12} \left[L^2 + \frac{R^2 + (R-t)^2}{4} \right] + \frac{2}{12} \left[\frac{(0.6 \text{ cm})^2}{12} + \frac{R^2}{4} + \frac{(L-0.6 \text{ cm})^2}{4} \right] + \frac{3}{12} \left[L^2 + \frac{(R-t)^2}{4} \right]$$
