실험 시험

실험 문제

종이 컵(종이 필터)의 낙하.

유체 속에서 움직이는 물체에 작용하는 저항력은 운동의 반대 방향으로 작용하며 물체의 속도에 의존한다. 이 관계의 한 모형은 다음과 같다.

$$F=cv^{\gamma},$$

여기서 c와 γ는 물체의 모양과 유체의 성질에 따라 정해지는 상수이다.

종이 컵을 하나 또는 여러 개 포개어 입구가 위를 향하게 놓아 공기 중에서 떨어뜨린다. 이는 낙하산이 떨어지는 방향과 반대이다. 낙하 시간이 1초보다 길면 낙하하는 동안 속력은 대략 일정하다.

위 식에 정의된 지수를 실험으로 구하라. 실험대에는 다음이 제공된다.

- 질량이 같은 종이 컵 3개
- 초시계
- 높이 표시용 접착테이프
- 모눈종이와 양대수 그래프 용지

컵의 모양은 낙하에 매우 중요하므로 실험 중 변형되지 않게 주의해서 다루어라. 컵이 손상되면 감독 교사에게 교체를 요청할 수 있다.

눈금자를 이용한 자기 모멘트 측정

원통형 영구자석은 일정한 전류가 폐회로를 이루어 흐르는 솔레노이드로 나타낼 수 있다. 자석의 특성은 Am^2 단위의 자기 모멘트로 나타낸다. 자기 모멘트는 보통 자기계로 측정한다. 자기계는 검출 코일의 유도부터 초전도 양자 간섭까지 다양한 원리를 이용하며, 대부분 정교한 전자 장치를 필요로 한다.

여기서는 눈금자처럼 간단한 도구와 동일한 자석 하나를 더 이용하여 시판 영구자석의 자기 모멘트를 측정한다. 실험대에는 다음이 제공된다.

1. 질량이 주어진 값인 동일한 영구자석 2개
2. 눈금자
3. 접착테이프
4. 종이
5. 집게가 달린 실험용 지지대(자석은 지지대에 붙어 있다)

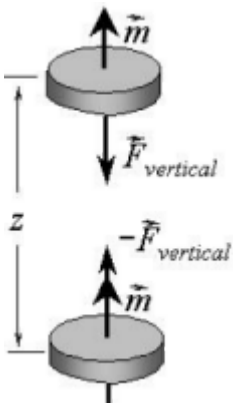
위 기구만을 사용하여 서로 다른 두 방법으로 자석의 자기 모멘트 크기를 구하라.

한 방법은 완전하게 수행하라. 방법을 설명하고 자기 모멘트를 실험으로 구한 뒤 오차를 계산하라.

다른 방법은 설명한 뒤 자기 모멘트를 적어도 한 번 측정하라. 오차 계산은 필요 없다.

다음 식과 자료가 도움이 될 수 있다. 이 실험의 자석에 대해 성립한다고 가정한다.

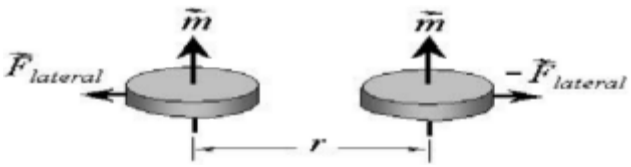
1. 자기 모멘트가 m인 자석이, 계의 대칭축을 따라 거리 z만큼 떨어진 동일한 자석에 가하는 힘의 크기(오른쪽 그림):



$$F_{vertical} = \frac{3\mu_0}{2\pi}\frac{m^2}{z^4}$$ (E1.1) 그림에서는 인력이 작용하지만, 두 자석의 자기 모멘트가 반대 방향이면 척력이 작용한다.

2. 자기 모멘트가 m인 자석이, 옆으로 거리 r만큼 떨어진 동일한 자석에 가하는 힘의 크기(오른쪽 그림):

$$F_{lateral} = \frac{3\mu_0}{4\pi}\frac{m^2}{r^4}$$ (E1.2) 그림에서는 척력이 작용하지만, 두 자석의 자기 모멘트가 반대 방향이면 인력이 작용한다.



3. 자석의 평평한 면과 자 또는 삼각자 사이의 정지 마찰 계수는 다음과 같다.
$\mu_{estatica} = 0.58 \pm 0.08$
4. $g \approx 9.80 \frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}^2}$, $\mu_0 \approx 1.26 \times 10^{-6} \frac{\mathrm{m\ kg}}{\mathrm{s}^2\ A^2}$