

4월 28일(목), 2005년

장비 조립을 시도하기 전에 문제 텍스트를 완전히 읽어보세요!

먼저 이 글을 읽어주세요:

1. 이용 가능한 시간은 5시간입니다.
2. 제공된 펜과 도구만 사용하세요. 개인 계산기를 사용할 수 있습니다.
3. 제공된 시트의 **한쪽 면만** 사용하세요.
4. 자유롭게 작성할 수 있는 '빈칸' 시트 외에도, 얻은 결과를 요약해야 하는 **답안지** 세트가 있습니다. 숫자 결과는 적절한 자릿수로 작성해야 하며 단위를 잊지 마세요.
5. 모든 측정 결과와 문제 해결에 중요하다고 생각되는 기타 사항 중 채점 과정에서 평가받고 싶은 내용을 '빈칸'에 기입하세요. 그러나 주로 방정식, 숫자, 기호, 그래프, 그림을 사용하고 **텍스트는 가능한 한 적게** 사용해야 합니다.
6. 각 시트의 맨 위에는 국가("국가 코드"), 학생 코드(신분증에 표시된 대로 "**학생 ID**"), "빈 시트"에는 각 시트의 진행 번호(1부터 N 까지, "**페이지 n.**")와 사용 및 평가하고자 하는 "빈 시트의 총 수(N)" ("**페이지 합계**")를 기재하고 "**문제**" 필드는 공란으로 남겨 두는 것이 **필수** 사항입니다.
7. 학생들은 각 섹션마다 새 페이지로 시작해야 합니다. 각 섹션의 시작 부분에 답하고 있는 섹션의 번호를 적는 것도 유용합니다. 채점 팀에서 평가하지 않으려는 노트에 일부 시트를 사용하는 경우 전체 큰 십자 표시를 하고 번호를 매기지 마십시오.
8. 시험이 끝나면 모든 답안지를 **올바른 순서**(답안지 먼저, 사용한 답안지 순서, 사용하지 않은 답안지 및 문제지 하단)에 따라 반납하고, 모든 답안지를 찾은 봉투에 넣은 다음 책상 위에 모두 놓아둡니다. 시험장 밖으로 아무것도 가져갈 수 없습니다.

1. 반사를 통한 도형 결정

소개

직접 육안 관찰은 인간이 눈으로 사물을 식별하는 방법입니다. 하지만 인생의 모든 사물을 직접 관찰할 수 있는 것은 아닙니다. 예를 들어, 부러진 뼈의 위치를 어떻게 알 수? 임산부의 뱃속에서 아기를 볼 수 있을까요? 뇌 속의 암세포를 식별하는 것은 어떨까요? 이 모든 것에는 간접적인 관찰을 포함하는 특별한 기술이 필요합니다.

이 실험에서는 간접 관찰을 통해 물체의 모양을 알아내야 합니다. 두 개의 닫힌 원통형 상자가 주어지며, 각 상자 안에는 모양을 알 수 없는 물체가 들어 있습니다. 여러분의 과제는 상자를 열지 않고 물체를 알아내는 것입니다. 이 실험의 물리학 개념은 간단하지만 이를 해결하기 위해서는 창의력과 약간의 기술이 필요합니다.

실험 장치

이 실험에서는 구성된 두 세트의 원통형 상자가 주어집니다:

1. 모양을 알 수 없는 물체(평면 또는 원통형 측면을 가진 단순한 기하학적 물체)
2. 윗면(2a)과 둘레(2b)에 각진 눈금이 있는 닫힌 원통형 상자입니다.
3. 회전할 수 있는 노브
4. 레이저 포인터
5. 레이저 포인터용 예비 배터리
6. 눈금자

실험 방법

학생들은 닫힌 원통형 상자 안에 있는 물체의 모양을 알아내야 합니다. 원통의 지름은 자로 측정할 수 있습니다. **학생들은 물체의 모양을 알아보기 위해 원통형 상자를 열거나 봉인을 뜯을 수 없습니다.** 이 물체는 거울처럼 빛을 반사할 수 있도록 측면이 연마된 8mm 두께의 금속입니다. 원통 윗부분의 손잡이를 사용하여 물체를 회전할 수 있습니다. 이렇게 하면 원통 축과 같은 축으로 물체가 회전합니다.

실험적 경쟁

레이저 포인터는 위치를 돌려서 켤 수 있습니다. 레이저 포인터를 시계 방향 또는 시계 반대 방향으로 회전하여 광선의 위치를 조정할 수 있습니다. 레이저 포인터에서 레이저 빔의 반사는 닫힌 원통의 둘레를 따라 관찰할 수 있습니다. 각도 눈금을 사용한 측정을 사용할 수 있습니다. 레이저 포인터가 켜진 상태에서 상단의 노브를 돌리면 물체를 회전시키면 물체에서 반사되는 빛의 위치가 달라지는 것을 확인할 수 있습니다.

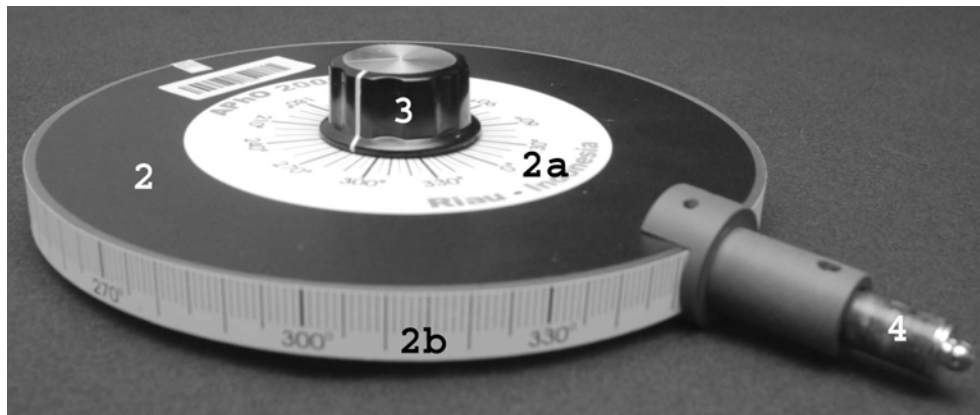
레이저 포인터의 빛이 어두워지거나 레이저 포인터가 작동하지 않으면 위원회에 교체를 요청하세요 물체의 각도 위치와 레이저 빔 반사의 상관관계를 관찰하면 물체의 모양을 파악할 수 있습니다.

모든 객체에 대해(두 객체의 모양이 다른 경우):

- A. 그래프를 그립니다: '물체의 각도 위치에 대한 레이저 빔의 반사 각도' ($2 \times 1\text{pt}$)
- B. 각 개체의 가장자리(면) 수를 결정합니다($2 \times 0.25\text{pt}$).
- C. 그래픽의 데이터를 사용하여 물체의 모양을 스케치하고 변화하는 측면의 각도 위치가 상단 각도 눈금($2 \times 1.5\text{포인트}$)과 일치하는 것을 찾습니다.

면 수가 적은 오브젝트만 해당됩니다:

- D. 개체의 회전축을 그리고 모든 변까지의 거리(3포인트)를 결정합니다.
- E. 오차 분석 없이 변의 길이를 결정하고 인접한 변 사이의 각도(1.5포인트)도 결정합니다.



당신

는 그래프 종이에 결과를 제시하고 수학 방정식을 추론하여 물체의 모양을 결정해야 합니다.

비고:

1. 개체 중 하나는 평면면만 있고 두 번째 개체는 곡면이 하나 있습니다.
2. 때때로 물체에서 빔이 두 번 반사될 수 있습니다.
3. 곡면의 경우 곡률 반경을 결정할 필요는 없지만 회전축에 대해 볼록한지 오목한지를 결정해야 합니다.

2. 경사면에서의 자기 제동

비행기

소개

자석이 구리나 알루미늄과 같은 비자성 도체 근처에서 움직이면 자기 제동력이라는 소산력을 경험합니다. 이 실험에서는 이 힘의 성질을 조사합니다.

자기 제동력은 다음에 따라 달라집니다:

- 자기 모멘트(μ)에 의해 결정되는 자석의 ;
- 도체의 전도도(σ_c);
- 자석과 도체의 형상을 지정합니다;
- 자석과 전도성 표면 사이의 거리(d); 그리고
- 도체에 대한 자석의 속도(v)입니다.

이 실험에서는 속도(v)와 도체-자석 거리(d)에 대한 자기 제동력의 종속성을 조사할 것입니다. 이 힘은 경험적으로 다음과 같이 쓸 수 있습니다:

$$F_{MB} = -k d^p v^n \quad (1)$$

여기

k_0 은 μ , σ_c 및 도체와 자석의 형상에 따라 달라지는 임의의 상수로, 이 실험에서는 고정되어 있습니다.

d 는 자석 중심과 도체 표면 사이의 거리입니다.

v 는 자석의 속도입니다.

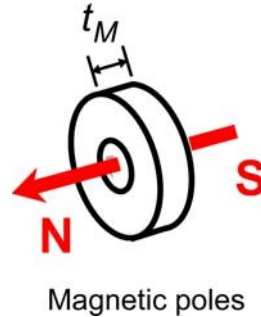
p 와 n 은 이 실험에서 결정할 역률입니다.

실험

이 실험에서는 오류 분석이 필요합니다.

장치

- (1) 도넛 모양의 네오디뮴 철 봉소 자석. 두께: $t_M =$
 $(6.3 \pm 0.1) \text{ mm}$
 외경: $d_M = (25.4 \pm 0.1) \text{ mm}$ 극
 은 그림과 같이 평평한 면에 있습니다:



- (2) 알루미늄 바(2개)
 (3) 자석이 굴러갈 수 있는 선형 트랙이 있는 경사면용 아크릴 플레이트
 (4) 플라스틱 스탠드
 (5) 디지털 스톱워치
 (6) 눈금자
 (7) 그래픽 용지(10장)

추가 정보:

국소 중력 가속도: $g = 9.8 \text{ m/s}^2$ 자석의
 질량: $m = (21.5 \pm 0.5) \text{ g}$ *남*

북 방향이 표에 표시되어 있습니다.

스톱워치 사용 설명서를 읽을 수 있습니다.

이 문제는 두 가지 섹션으로 나뉩니다:

- (A) 설정 및 소개
 (B) 자기 제동력 조사

비고:

실험하기 전에 비행기가 깨끗한지 확인하세요.

질문

답변에 충분한 도표를 제공하여 작업을 명확하게 이해할 수 있도록 하십시오.

(A) 설정

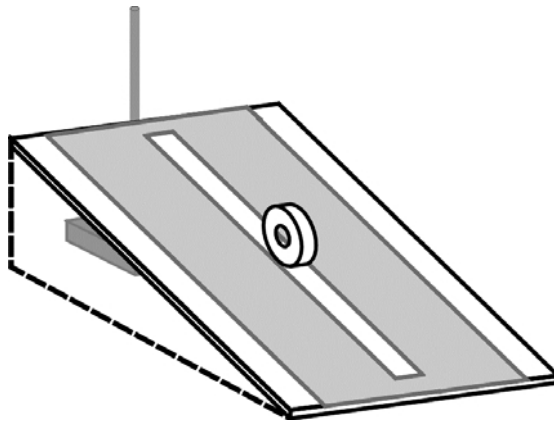


그림 1. 알루미늄 바가 없는 경사면 설정

그림과 같이 자석을 트랙을 따라 아래로 굴립니다. 너무 빨리 굴러가지 않도록 적당히 작은 경사각을 선택합니다.

[1] 자석은 매우 강하기 때문에 지구 자기장과 상호작용으로 인해 상당한 토크가 발생할 수 있습니다. 자석이 굴러 내려갈 때 자석이 트랙과 상당한 마찰을 일으킬 수 있습니다. 이 토크를 최소화하려면 어떻게 해야 할까요? 다이어그램을 사용하여 설명하세요.

[1.0pt]

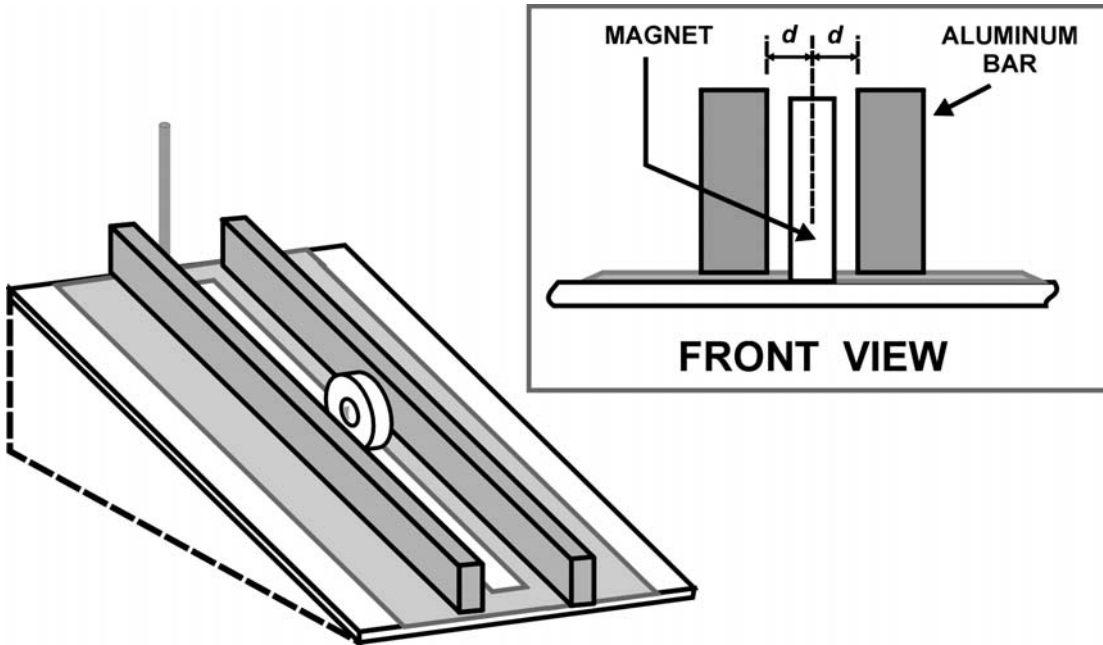


그림 2. 알루미늄 바를 사용한 완벽한 설정

그림 2와 같이 두 개의 알루미늄 막대를 약 $d=5\text{mm}$ 의 거리를 두고 배치합니다. 그림 2의 삽입물과 같이 거리 d 는 자석의 중심까지의 거리라는 점을 기억하세요.

다시 자석에서 손을 떼고 굴러가게 합니다. 자석의 제동력으로 인해 자석이 이전 관찰에 비해 훨씬 느리게 굴러 내려가는 것을 관찰할 수 있을 것입니다.

[2]. 자기 제동의 메커니즘을 설명하기 위해 자기장 선과 다이어그램을 제공하세요.

[1.0pt]

(B) 자기 제동력 조사

실험 설정은 그림 2와 동일하게 자석과 도체 간 거리가 약 $d = 5\text{mm}$ (양쪽 자석과 도체 간 간격 약 2mm)로 유지됩니다.

[1] 거리 d 를 고정된 상태로 유지하면서, 속도(v)에 대한 자기 제동력의 의존성을 조사합니다. 방정식 1의 속도 의존 계수의 지수 n 을 구합니다. 결과를 설명하기 위해 적절한 그래프를 제공하십시오.

[4.0pt]

이제 왼쪽과 오른쪽의 도체-자석 거리(d)를 변경합니다. 고정되고 적당히 작은 경사각을 선택합니다.

[2] 도체-자석 거리(d)에 대한 자기 제동력의 의존성을 조사합니다. 방정식 1의 거리 의존 계수의 지수 p 을 구합니다. 결과를 설명하기 위해 적절한 그래프를 제공하십시오.

[4.0pt]