실험 경연

2005년 4월 28일 (목)

조립을 시작하기 전에 문제 전체를 끝까지 읽으시오!

먼저 다음을 읽으시오:

1. 주어진 시간은 5시간이다.
2. 주어진 펜과 장비만 쓰시오. 자기 계산기는 써도 된다.
3. 주어진 종이는 한쪽 면만 쓰시오.
4. 자유롭게 쓸 수 있는 "빈" 종이 말고도 답안지 한 묶음이 있으며, 여기에는 얻은 결과를 반드시 요약해야 한다. 수치 결과는 알맞은 자릿수로 적어야 하며 단위를 잊지 마시오.

5. "빈" 종이에는 모든 측정 결과와, 채점 과정에서 평가받고 싶은 문제 풀이에 중요하다고 여기는 것을 모두 적으시오. 그러나 주로 식, 수, 기호, 그래프, 그림을 쓰고 글은 될 수 있는 한 적게 쓰시오.

6. 반드시 각 종이의 맨 위에 국가("Country code")와 학생 번호(이름표에 적힌 "Student ID")를 적어야 하며, "빈" 종이에는 덧붙여 각 종이의 일련번호(1부터 N까지, "Page n.")와 평가받고 싶어 쓴 "빈" 종이의 전체 수(N)("Page total")를 적으시오. "Problem" 칸은 비워 두시오.

7. 각 절마다 새 쪽에서 시작하시오. 각 절을 시작할 때 답하는 절의 번호를 적어 두면 좋다. 채점단에게 평가받고 싶지 않은 메모용 종이는 종이 전체에 크게 ×표를 하고 번호를 매기지 마시오.

8. 다 끝나면 모든 종이를 올바른 순서(답안지를 맨 앞에, 그다음 쓴 종이를 순서대로, 쓰지 않은 종이와 문제지는 맨 아래)로 정리해 처음 들어 있던 봉투에 모두 넣고, 모든 것을 책상 위에 두고 나가시오. 방 밖으로 아무것도 가지고 나갈 수 없다.

1. 반사로 모양 알아내기

들어가며

맨눈 관찰은 사람이 눈으로 물체를 알아보는 방법이다. 그러나 삶의 모든 것을 직접 관찰할 수는 없다. 예컨대 부러진 뼈의 위치를 어떻게 알 수 있을까? 임신부 몸속의 아기를 볼 수 있을까? 뇌 속의 암세포를 알아내는 것은 어떨까? 이 모든 일에는 간접 관찰을 쓰는 특별한 기법이 필요하다.

이 실험에서는 간접 관찰로 물체의 모양을 알아내야 한다. 닫힌 원통 상자 두 개가 주어지며, 상자마다 모양을 모르는 물체가 하나씩 들어 있다. 상자를 열지 않고 물체를 드러내는 것이 과제이다. 이 실험의 물리 개념은 단순하지만, 풀려면 창의성과 약간의 솜씨가 필요하다.

실험

장치

이 실험에서는 원통 상자 두 세트가 주어지며, 각각은 다음으로 이루어진다:

1. 알아내야 할, 모양을 모르는 물체(평면이나 원통면으로 된 단순한 기하학적 물체이다)
2. 윗면(2a)과 둘레(2b)에 각도 눈금이 있는 닫힌 원통 상자.
3. 돌릴 수 있는 손잡이
4. 레이저 포인터
5. 레이저 포인터용 예비 전지
6. 자

실험 방법

학생은 닫힌 원통 상자 속 물체의 모양을 알아내야 한다. 원통의 지름은 자로 잴 수 있다. 물체의 모양을 알아내려고 원통 상자를 열거나 봉인을 뜯어서는 안 된다. 물체는 두께 8 mm인 금속이며, 옆면이 거울처럼 빛을 반사하도록 매끄럽게 닦여 있다. 원통 윗부분의 손잡이로 물체를 돌릴 수 있다. 그러면 물체가 원통의 축과 같은 축을 중심으로 돈다.

실험 경연

레이저 포인터는 몸통을 돌려서 켤 수 있다. 레이저 포인터를 시계 방향이나 반시계 방향으로 돌려 빛살의 위치를 조절할 수 있다. 레이저 포인터에서 나온 레이저 빛살의 반사는 닫힌 원통의 둘레를 따라 관찰할 수 있다. 각도 눈금으로 잴 수 있다. 레이저 포인터를 켠 채 윗부분의 손잡이를 돌리면, 물체를 돌림에 따라 물체에서 반사된 빛의 위치가 바뀌는 것을 알게 된다. 레이저 포인터의 빛이 흐려지거나 레이저 포인터가 작동하지 않으면 위원회에 교체를 요청하시오. 물체의 각 위치와 레이저 빛살의 반사 사이의 상관관계를 관찰하면 물체의 모양을 알아낼 수 있을 것이다.

각 물체에 대해(두 물체의 모양은 다르다):

A. '물체의 각 위치에 대한 레이저 빛살의 반사각' 그래프를 그리시오 (2 × 1점)

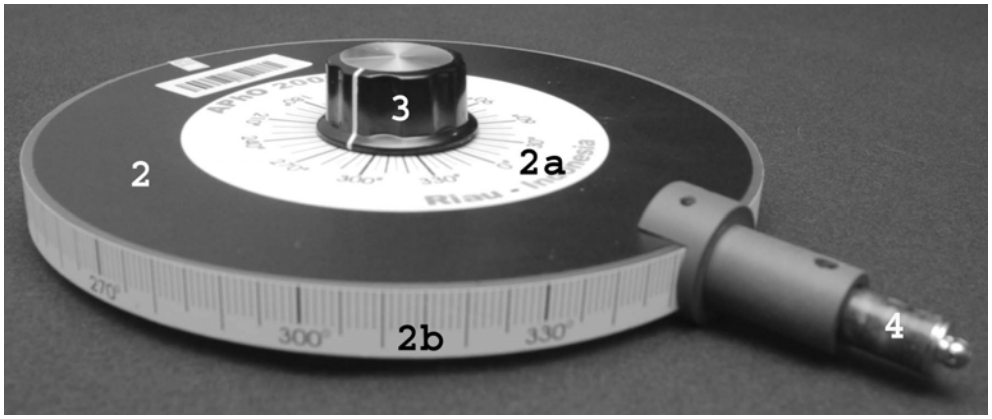
B. 각 물체의 모서리(옆면) 수를 구하시오 (2 × 0.25점)

C. 그래프의 데이터로 물체의 모양을 스케치하고, 옆면이 바뀌는 각 위치를 윗면 각도 눈금으로 구하시오 (2 × 1.5점)

옆면이 적은 물체에 대해서만:

D. 물체의 회전축을 그리고 각 옆면까지의 거리를 구하시오 (3점)

E. 오차 분석 없이 옆면의 길이를 구하고, 이웃한 옆면 사이의 각도 구하시오 (1.5점)



결과는 모눈종이에 나타내야 하며, 물체의 모양을 알아내는 수학적 식을 이끌어 내도록 하시오.

참고:

1. 한 물체는 평면 옆면만 있고, 다른 물체에는 굽은 옆면이 하나 있다.
2. 물체에서 빛살의 반사가 두 개 나타날 때가 있다.
3. 굽은 옆면의 경우 곡률 반지름을 구할 필요는 없지만, 회전축에 대해 볼록한지 오목한지는 판단해야 한다.