실험 시험

2020년 1월 11일

먼저 이것을 읽으시오:

1. 실험 시험은 문제 하나로 이루어져 있다. 실험 시험 시간은 3시간이다.
2. 제공된 펜만 사용하시오.
3. 수치 계산에는 프로그램 기능이 없는 자신의 계산기를 사용할 수 있다. 계산기가 없으면 올림피아드 주최 측에 요청하시오.
4. ***답안용지***(Writing sheet)***와 여분의 종이***가 제공된다. 여분의 종이는 풀이의 초안을 쓰는 데 사용할 수 있지만, 채점하지 않는다. 채점받을 최종 풀이는 ***답안용지***에 써야 한다. 글은 되도록 적게 쓰고, 주로 식, 수치, 그림, 그래프를 사용하시오.

5. ***답안용지***의 앞면만 사용하시오**.** 테두리 안쪽에만 쓰시오.
6. 각 용지 위쪽의 칸에 국가(***Country***), 학생 코드(***Student Code***), 문제 번호(***Question Number***), 각 용지의 일련번호(***Page Number***), 사용한 ***답안용지***의 총 매수(***Total Number of Pages***)를 적으시오. 채점받고 싶지 않은 메모에 빈 ***답안용지***를 사용했다면, 그 용지 전체에 큰 X 표시를 하고 번호를 매길 때 포함하지 마시오.

7. 시험이 끝나면 문제마다 모든 용지를 다음 순서로 정리하시오.
   - 사용한 ***답안용지***(순서대로)
   - 채점받고 싶지 않은 용지
   - 사용하지 않은 용지
   - 인쇄된 문제지

   용지를 봉투에 넣고 모든 것을 책상 위에 두시오. 어떤 종이나 장비도 시험실 밖으로 가져갈 수 없다.

맥스웰 원판 (15,0점)

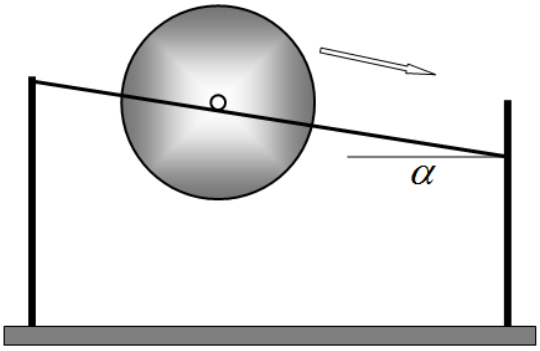
이 실험에서는 모든 실험 장치를 스스로 꾸미고, 실을 연결하고, 필요하면 실에 눈금 표시를 해야 한다. 원판은 플라스티신 조각으로 더 단단히 고정할 수 있다.

실험 기구 및 장비: 맥스웰 원판(나무 막대에 끼운 원판 두 개), 스탠드 두 개, 실, 나무 막대, 스톱워치, 자, 100 g짜리 추 2개, 플라스티신 한 조각, 접착테이프.

따로 요구하지 않는 한 실험 오차는 계산하지 마시오.

1부. 굴러 내려가기

두 스탠드 사이에 실 두 가닥을 서로 나란하고 수평과 어떤 각 α를 이루도록 팽팽하게 건다. 맥스웰 원판은 막대의 나무 부분을 실 위에 얹은 채, 실 위를 미끄러지지 않고 굴러가야 한다.



1.1 원판의 축이 굴러 내려가는 가속도를 경사각 α의 함수로 나타내는 식을 유도하여라. 원판은 균일하다고 가정하고 나무 막대의 질량은 무시하여라.

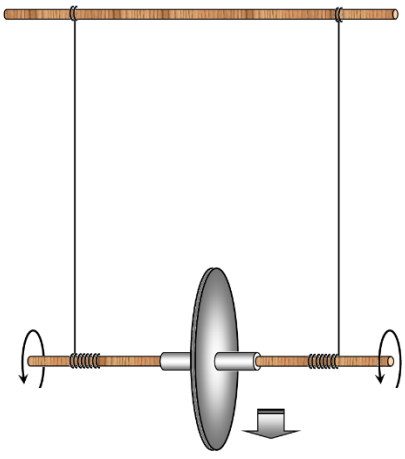
1.2 운동 법칙, 곧 원판이 실을 따라 굴러갈 때 실을 따라 잰 원판 축의 좌표 $x(t)$가 시간 t에 따라 어떻게 변하는지 실험으로 조사하여라. 얻은 관계를 그래프로 그려라. 원판 축의 운동이 근사적으로 등가속도 운동임을 보여라. 원판 축의 가속도를 계산하여라. 몇 도의 각에서 측정했는지 밝혀라.

1.3 원판 축의 가속도가 실의 경사각 α에 따라 어떻게 변하는지 측정하여라. 얻은 관계를 그래프로 그려라.

1.4 같은 그래프에 실의 경사각 α에 따른 가속도의 이론적 관계를 그려라. 가속도를 계산하는 데 쓴 추가 측정의 결과를 밝혀라.

2부. 내려가기

그림과 같이 원판을 실 두 가닥에 매단다. 실이 미끄러지지 않도록 접착테이프로 막대에 고정한다. 실을 막대에 감은 뒤 원판을 놓는다.

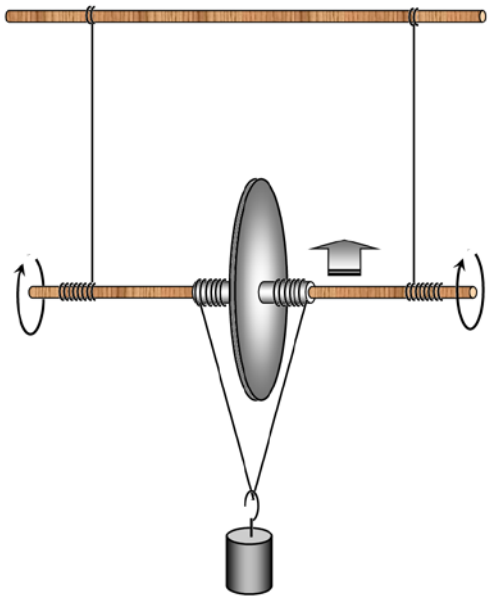


2.1 원판 축이 내려갈 때의 운동 법칙을 조사하여라. 얻은 관계를 그래프로 그려라.
2.2 측정 자료로부터 원판 축이 내려가는 가속도를 계산하여라. 얻은 가속도의 실험 오차를 추정하여라.

2.3 원판 축의 가속도에 대한 이론식을 유도하여라. 원판 축이 내려가는 가속도의 이론값을 계산하여라.

3부. 올라가기

막대에 실 두 가닥을 더 감고 거기에 추를 매달면, 실을 알맞게 감았을 때 원판이 올라가기 시작한다.



3.1 원판이 돌면서 올라가도록 실험 장치를 꾸며라. 실을 막대에 어떻게 감아야 하는지 그림으로 간단히 나타내어라.

3.2 매단 추의 질량을 여러 가지로 바꾸어 가며 원판 축의 가속도를 측정하여라.