실험 시험

2010년 1월 14일

먼저 이것을 읽으시오:

1. 실험 시험은 문제 한 개로 이루어져 있다. 이 시험의 시간은 3시간이다.
2. 제공된 펜만 사용하시오.
3. 수치 계산에는 프로그래밍 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. 문제마다 새 용지에서 시작하시오.
7. 풀이에 필요하다고 생각하는 것은 무엇이든 빈 ***답안용지***에 쓰시오.

8. 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.

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

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

느린 운동

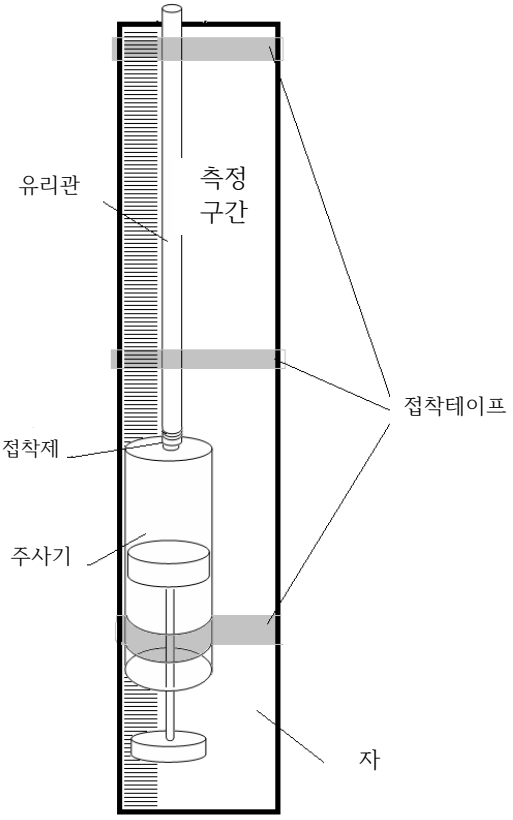
이 실험의 목적은 점성 매질 속에서 물체의 운동을 연구하는 것이다.

장비 목록:

1. 삼각대
2. 30 cm 자
3. 스톱워치
4. 일회용 주사기 10 ml
5. 액체 젤(물비누) - 20 ml
6. 안지름이 **D=4.6 mm**인 유리관
7. 나무 막대(지름 3 mm)
8. 길이 4 cm, 지름 **d= 2.5; 3.0; 3.5; 4.0 mm**인 금속 막대 한 세트
9. 일회용 컵
10. 탁자와 손을 닦을 냅킨

실험 장치

이 실험에서는 다음 장치를 사용한다. 유리관은 주사기 끝에 붙어 있다. 주사기가 달린 관은 접착테이프로 자에 붙어 있다. 주사기를 이용하여 관을 젤로 채울 수 있다. 이 장치는 관이 위를 향하거나 아래를 향하도록 삼각대에 연직으로 고정할 수 있다. 관 속에는 금속 막대나 나무 막대를 넣을 수 있으며, 여러분은 이 막대들의 운동을 탐구하게 된다.



실험을 성공적으로 마치려면 다음 지시를 엄격히 따르시오.
1. 관이 젤로 완전히 채워져 있고 그 속에 공기 방울이 없는지 확인하시오.
2. 주사기와 관 속의 젤은 필요할 때에만 바꾸시오.

3. 금속 막대(또는 나무 막대)를 관에 넣은 뒤 막대가 일정하게 움직이기 시작할 때까지 기다리시오. 그러려면 약 4–5 cm를 지나가야 한다.
4. 운동 특성의 측정 결과는 상당히 흩어지므로, 모든 측정은 여러 번 되풀이해야 한다.

5. 관의 날카로운 끝에 주의하시오!

제1부. 금속

열린 끝이 위를 향하도록 관을 연직으로 세워 금속 막대를 관 속에 넣을 수 있게 하시오. 필요하면 관을 뒤집기만 하여 두 번째 실험을 할 수 있다. 막대가 바닥까지 가라앉으면 관을 거꾸로 뒤집어 측정을 반복할 수 있다.

1. 관 속에서 막대의 운동이 등속 운동임을 실험으로 증명하여라.
이 경우에는 지름이 4.0 mm인 금속 막대만 사용하시오.
젤 속에서 가라앉는 막대의 속도를 되도록 정확하게 구하여라. 측정한 속도의 오차를 계산하여라.

2. 길이가 같은 막대들의 속도가 지름에 따라 어떻게 달라지는지 측정하여라.
얻은 의존 관계의 그래프를 그려라.

3. 이론적으로, 관 벽과 막대 옆면 사이의 틈이 관의 반지름에 비해 작으면, 막대의 속도 V는 이 틈의 두께 h에 따라 다음 법칙으로 달라진다는 것을 보일 수 있다.

$$V = Ch^{\gamma}, \tag{1}$$

여기서 C는 상수이다.
실험 데이터를 이용하여 이 의존 관계가 성립하는지 확인하여라.
4. 실험 데이터에 가장 잘 맞는 식 (1)의 지수 γ를 구하여라.
얻은 지수 γ 값의 오차를 어림하여라.
5. 물음 4에서 얻은 결과에 대하여 간단한 이론적 근거를 제시하여라.

제2부. 나무

관이 아래를 향하도록 주사기를 뒤집으시오. 나무 막대를 (아래에서) 관 속에 넣으면 막대가 천천히 떠오른다. 여러분은 나무 막대의 운동을 연구해야 한다. 나무 막대는 움직이는 동안 액체 속에 완전히 잠겨 있어야 한다.

1. 관 속에서 막대의 운동이 등속 운동임을 실험으로 증명하여라.
젤 속에서 막대의 속도를 되도록 정확하게 측정하여라. 얻은 속도 값의 오차를 어림하여라.
이 실험에는 가장 긴 막대를 사용하시오.

2. 막대의 속도가 길이에 따라 어떻게 달라지는지 조사하여라. 얻은 의존 관계의 그래프를 그려라.
얻은 값들의 오차를 어림하여라.

3. 물음 2에서 얻은 결과를 이론적으로 간단히 설명하여라.