실험 시험

2018년 1월 13일

먼저 이것을 읽으시오:

1. 실험 시험은 한 문제로 이루어져 있다. 이 시험 시간은 3시간이다.

2. 제공된 펜만 사용하시오.
3. 수치 계산에는 프로그래밍할 수 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 용지와 인쇄된 문제지

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

아르키메데스의 법칙 (15.0점)

실험 기구 및 장비: 스톱워치, 시험관, 비커, 넓은 그릇, 너트 6개 한 세트, 플라스틱 자, 모눈종이 띠, 솜 한 조각, 필름 한 조각.

이론 시험에서 여러분은 물에 떠 있는 시험관의 연직 진동의 주기에 대한 다음 식을 얻었을 것이다.

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{h_0}{g}}, \qquad (1)$$

여기서 h_0은 평형 상태에서 시험관이 물에 잠긴 깊이이다.

오늘은 이 식을 실험으로 확인해야 한다.

이 실험 시험에서 중력 가속도는 $g = 9{,}81\ \mathrm{m/s^2}$, 물의 밀도는 $\rho = 1000\ \mathrm{kg/m^3}$으로 하시오.

시험관 안에 솜 한 조각이 들어 있을 때에만 너트를 시험관에 넣으시오!

1부. 장치의 매개변수

1.1. 모눈종이 띠를 사용하여 시험관의 바깥지름을 되도록 작은 오차로 측정하여라. 측정 방법을 그림으로 나타내어라. 지름 측정의 오차를 어림하여라.

1.2. 시험관의 길이를 측정하고 그 오차를 어림하여라.

1.3. 너트를 시험관 안에 하나씩 조심스럽게 넣어라.

1.3.1. 시험관 안에 넣은 너트의 개수에 따라 시험관이 물에 잠기는 깊이가 어떻게 달라지는지 측정하여라.

1.3.2. 얻은 관계의 그래프를 그려라. 얻은 관계의 매개변수의 수치를 구하여라.

1.3.3. 시험관 안의 너트 개수에 따라 시험관이 잠기는 깊이가 어떻게 달라지는지에 대한 이론식을 제시하여라. 측정 결과를 이용하여 너트 한 개의 질량과 빈 시험관의 질량을 구하여라. 이 질량들의 측정 오차를 어림하여라.

2부. 시험관의 진동

2.1. 식 (1)과 1부의 측정 결과를 이용하여, 시험관 안의 너트 개수에 따른 시험관 진동 주기의 이론적 관계를 그래프로 그려라. 얻은 관계가 선형이 되고, 잠긴 깊이를 정할 때의 오차가 그 선형성에 영향을 주지 않도록 좌표를 골라라.

이 실험에서는 시험관 안에 너트가 4개, 5개, 6개 있을 때에만 진동 주기를 잴 수 있다. 측정할 때는 매우 정확하고 신중해야 한다. 시험관을 평형 위치에서 벗어나게 한 다음 3~5번 진동하는 시간을 재어라. 측정을 적어도 5~10번 되풀이하여라. 시험관이 연직으로 진동한 경우의 결과만 적어라. 너트 6개로 측정할 때는 시험관을 필름 조각으로 막아라. 시험관에 물이 들어가면 주최 측에 시험관 안의 솜을 바꿔 달라고 요청하시오.

2.2. 시험관에 넣는 너트의 개수를 바꾸어 가며 비커와 넓은 그릇에서 시험관의 진동 주기를 측정하여라.

2.3. 2.1에서 그린 그래프에 실험값을 나타내어라. 그래프에서 어느 점들이 어느 관계에 해당하는지 표시하여라.

2.4. 측정 결과는 이론 계산과 다를 가능성이 크다.

관찰된 차이를 설명할 수 있는 가능한 원인을 아래 표에 나타내었다.

번호	가능한 원인
1	측정 오차
2	진동의 감쇠
3	움직이는 시험관이 물을 끌고 가서 시험관의 유효 질량이 늘어남
4	시험관이 움직일 때 시험관 아래의 압력이 정수압과 달라짐
5	표면 장력

위에 나열한 각 원인에 대해, 관찰된 차이를 설명한다고 생각하면 “예”를, 설명하지 못한다고 생각하면 “아니요”를 표시하여라.