실험 시험

2014년 1월 15일

먼저 이것을 읽으시오:

1. 실험 시험은 문제 하나로 이루어져 있다. 이 시험의 시간은 3시간이다.

2. 제공된 펜만 사용하시오.
3. 수치 계산에는 프로그램 기능이 없는 자신의 계산기를 사용할 수 있다. 계산기가 없으면 올림피아드 주최 측에 요청하시오.
4. ***답안용지와 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 문제지

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

자기 상호 작용 (15점)

실험 기구 및 장비: 스탠드, 구슬 자석이 달린 진자, 점토, 자, 자석 구슬, 스톱워치, 전원 장치(전압 4.5 V인 전지), 6 Ω 가변 저항기, 코일, 멀티미터, 스위치, 연결 도선, 못, 초콜릿 한 조각.

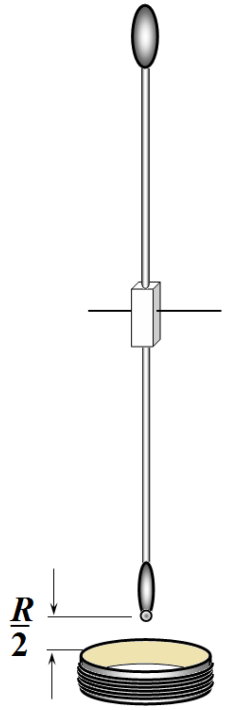
진자는 지우개에 꽂은 나무젓가락 두 개로 이루어져 있다. 두 젓가락의 자유로운 끝에는 점토 덩어리가 하나씩 붙어 있는데, 아래쪽 점토 덩어리 속에는 자화된 금속 구슬이 들어 있다. 진자의 회전축은 지우개를 꿰뚫은 강철 바늘이다.

자화된 구슬 하나가 따로 제공된 다른 점토 덩어리에 붙어 있다.

주의! *실험하는 동안 자화된 구슬의 방향을 바꾸지 마라!*

제1부. 코일의 자기장과의 상호 작용

진자의 축을 스탠드의 가로대에 올려놓아라. 나무젓가락이나 지우개가 스탠드에 닿지 않고 진자가 자유롭게 진동할 수 있는지 확인하여라. 젓가락 끝에 붙은 점토의 질량을 바꾸어 진동 주기가 2초보다 길어지게 하여라. 평형 위치에서 두 젓가락은 모두 연직이어야 한다.



1.1. 진자의 진동 주기를 측정하여라. 이에 해당하는 실험 오차를 추정하여라.

주의! 이후의 부분에서는 오차를 추정하지 않아도 된다!

코일 중심에서 진자 속 자화된 구슬까지의 거리가 코일 반지름의 절반 정도가 되도록 코일을 진자 아래에 놓아라.

코일에 흐르는 전류의 세기를 바꾸고 측정할 수 있도록 코일을 전원 장치에 연결하여라.

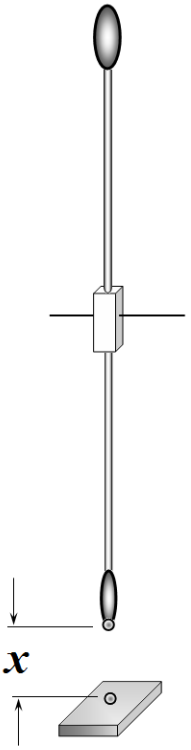
주의! *반드시 스위치를 사용하고, 측정하는 동안에만 스위치를 켜라. 그렇지 않으면 전지가 빨리 방전된다!*

1.2. 측정에 사용한 전기 회로를 개략적으로 그려라.

1.3. 코일에 흐르는 전류에 따른 진자의 진동 주기를 측정하여라. 해당 그래프를 그려라.

1.4. 얻은 실험 데이터를 바탕으로, 자석 구슬에 작용하는 힘이 코일에 흐르는 전류에 비례함을 증명하여라. 그래프를 이용하여 결론의 근거를 제시하여라.

제2부. 점 사이의 상호 작용



점토 덩어리에 고정된 자화된 구슬을 진자 바로 아래에 놓아라. 두 구슬은 서로 끌어당겨야 한다!

상호 작용하는 힘은 중심력, 즉 두 구슬의 중심을 잇는 직선을 따라 작용하는 힘이라고 가정할 수 있다. 이 힘의 크기는 두 구슬 중심 사이의 거리에 따라 다음 법칙으로 달라진다.

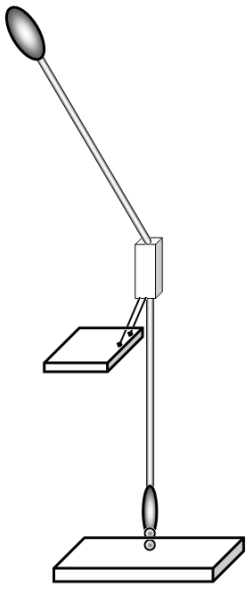
$$F = \frac{C}{r^{\gamma}} . \qquad (1)$$

2.1. 이 경우 진자의 운동 방정식을 써라. 작은 진동의 주기에 대한 식을 구하여라.

2.2. 두 구슬 중심 사이의 거리에 따른 작은 진동의 주기를 측정하여라. 해당 그래프를 그려라.

2.3. 얻은 실험 데이터를 이용하여 식 (1)의 지수 γ를 구하여라. 그래프를 이용하여 식 (1)이 옳음을 보여라.

제3부. 자성을 띤 초콜릿 조각



진자의 구조를 바꾸어 감쇠를 줄여 보자. 위쪽 젓가락을 지우개에 약 30°의 각을 이루도록 꽂아라. 지우개에 못 두 개를 꽂아, 진동할 때 진자를 받치는 두 다리 역할을 하게 하여라. 진자의 아래쪽 끝에 구슬 두 개를 붙여라. 진자가 진동하는 동안 두 다리 위에서 안정하게 균형을 이루는지 확인하여라. 진자를 조정할 때 자를 스탠드의 가로대에 끼워 받침으로 쓸 수 있다.

진자 아래에 초콜릿 조각을 놓되, 포장지는 벗기지 마라! 진자의 아래쪽 끝은 초콜릿 조각 위를 1-2 *mm* 떨어져서 지나가야 한다.

초콜릿 조각이 진자의 운동에 영향을 줄 수 있다는 것이 밝혀졌다.

3.1. 초콜릿 조각이 진자의 어떤 물리적 특성에 영향을 주는지 실험으로 알아내어라.

3.2. 자신의 가정을 확인하는 데 필요한 측정을 하여라. 그래프를 이용하여 답의 근거를 제시하여라.