실험 시험

2013년 1월 16일

먼저 다음을 읽으시오:

1. 실험 시험은 한 문제로 이루어져 있다. 시험 시간은 3시간이다.
2. 제공된 펜만 사용하시오.
3. 계산에는 프로그래밍할 수 없는 자신의 계산기를 사용할 수 있다. 계산기가 없으면 올림피아드 주최 측에 요청할 수 있다.
4. 백지와 ***답안용지*(*Writing sheets*)**가 제공된다. 백지는 초안용이며 자유롭게 사용할 수 있고, 채점하지 않는다. 채점받을 풀이는 ***답안용지***에 써야 한다. 풀이에서 말로 하는 설명은 되도록 줄이시오. 주로 식, 수, 문자 기호, 그림, 그래프를 사용해야 한다.

5. ***답안용지***의 앞면만 사용하시오. 쓸 때 표시된 테두리 밖으로 나가지 마시오.

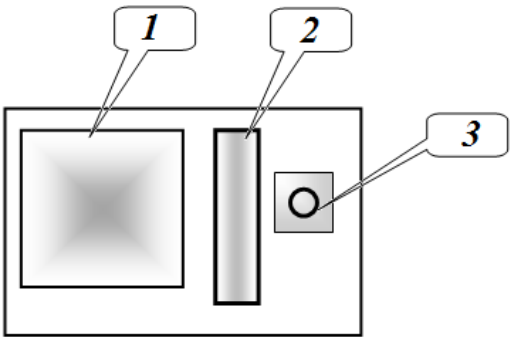
6. 사용한 각 ***답안용지***의 지정된 칸에 국가**(*Country*)**, 학생 코드**(*Student Code*)**, 각 용지의 일련번호**(*Page Number*)**, 모든 문제의 풀이에 사용한 용지의 총 매수**(*Total Number of Pages*)**를 적으시오. 사용한 ***답안용지*** 가운데 답안에 포함하고 싶지 않은 것이 있다면, 그 용지 전체에 큰 X 표시를 하고 총 매수를 셀 때 포함하지 마시오.

7. 시험이 끝나면 모든 용지를 다음 순서로 정리하시오.
   - 순서대로 번호를 매긴 ***답안용지***;
   - 초안 용지;
   - 사용하지 않은 용지;
   - 인쇄된 문제지

   모든 용지를 봉투에 넣어 책상 위에 두시오. 시험실 밖으로 *어떤* 용지, 기구, 재료, 물품도 가져갈 수 없다.

광고 트릭 [15점]

실험 기구: 레이저, 클램프가 달린 스탠드, 받침대에 고정된 볼록 렌즈, 마분지 스크린, 모눈종이, 안내 자 두 개, 측정용 자, 광학 요소 세 개가 붙은 판:



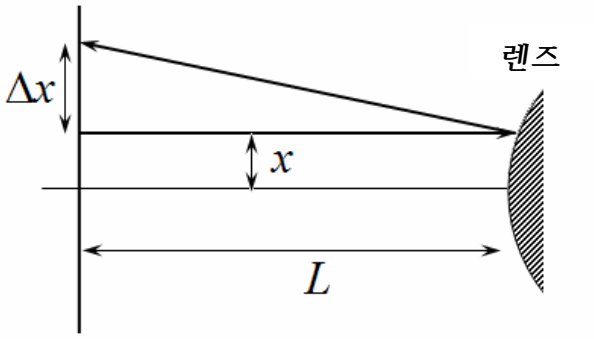
1. 프레넬 거울(고리 무늬를 새긴 정사각형 포일 조각);
2. 반짝이는 반사 띠;
3. 플라스틱 굴절 요소(구멍을 막고 있는 주황색 조각).

측정할 때에만 레이저를 켜시오!
레이저 빛의 파장은 $\lambda = 680$ nm***이다.***

1부. 렌즈

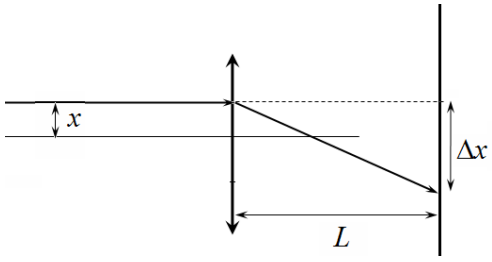
이 부분에서는 광축에 대한 빛살의 기울기 각을 작다고 보아라.

렌즈를 받침대째 두 안내 자 사이에 놓되, 렌즈가 자기 자신과 평행하게 움직일 수 있도록 하여라. 레이저를 스탠드의 클램프에 고정하여라. 레이저에 마분지 스크린을 붙여라. 레이저 빛살을 렌즈의 중심으로 향하게 하여, 반사된 빛살이 스크린에 보이고 거의 반대 방향으로 되돌아오게 하여라. 렌즈를 안내 자를 따라 옮기면 반사된 점이 스크린 위에서 움직인다. 이 점은 흐릿하게 생기므로, 측정할 때에는 점의 가운데를 찾아라.



1.1 렌즈의 두 면 각각에 대해, 렌즈의 변위 x에 따른 스크린 위 반사 빛살의 변위 Δx를 측정하여라. 얻은 관계의 그래프를 그려라.
1.2 얻은 데이터를 사용하여 렌즈 두 면의 곡률 반지름 R_1과 R_2를 구하여라.

1.3 렌즈 뒤 어떤 거리 L에 스크린을 놓아라. 렌즈의 변위 x에 따른 스크린 위 굴절 빛살의 변위 Δx를 측정하여라. 얻은 관계의 그래프를 그려라.



1.4. 얻은 실험 데이터를 사용하여 렌즈의 초점 거리 F를 구하여라.
1.5 렌즈 물질의 굴절률 n을 계산하여라. 굴절률 측정의 오차를 추정하여라.

힌트: 볼록 렌즈의 초점 거리 F에 대해 다음 공식을 사용할 수 있다.

$$\frac{1}{F} = (n-1)\left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}\right).$$

이후의 부분에서는 오차를 계산하지 않아도 된다!

2부. 프레넬 거울

광학 요소가 붙은 플라스틱 띠를 찰흙 조각으로 렌즈에 붙여라. 즉, 렌즈는 받침대로만 사용한다.

이렇게 만든 장치를 두 안내 자 사이에 놓아 레이저 빛살이 프레넬 거울 1에 닿게 하여라. 스크린이 붙은 레이저는 거울에서 15–20 cm 떨어진 곳에 놓아라. 거울을 옮길 때 레이저 빛살이 거울의 지름을 따라 움직이도록 장치를 꼼꼼히 조정하여라. 스크린에는 흐릿한 반사 점이 보여야 하며, 거울을 옮기면 이 점은 거의 수평으로, 레이저에서 나오는 빛살과 같은 높이에서 움직여야 한다.

프레넬 거울은 동심원 고리들로 이루어져 있으며, 고리의 반지름은 중심에서부터 센 고리의 번호 k에 따라 다음 법칙으로 달라진다.

$$r_k = r_0 k^{\gamma} \qquad (1)$$

이 부분에서는 기울기 각을 작다고 볼 수 없다.

2.1 거울의 변위 x에 따른 반사 점 가운데의 변위 Δx_1을 측정하여라. 거울의 변위에 따른 반사각의 사인 값의 그래프를 그려라.
2.2 식 (1)의 지수 γ를 추정하여라.

3부. 반짝이는 띠

레이저 빛살을 반짝이는 띠 2로 향하게 하여라. 스크린에서 반사된 빛살 여러 개를 볼 수 있다.

3.1 관찰한 반사 빛살의 무늬를 설명할 수 있는 반사 띠의 구조를 제안하여라. 이 구조의 매개변수의 수치를 구하여라.

4부. 플라스틱 굴절 요소

레이저 빛살을 주황색 플라스틱 요소로 막힌 구멍으로 향하게 하여라. 이 요소는 입체적인 구조를 가지고 있다. 이 요소 뒤에 스크린을 놓으면, 투과한 빛 속에서 밝은 점들이 줄지어 있는 것을 볼 수 있다.

4.1 관찰한 투과 빛살의 무늬를 설명할 수 있는 이 광학 요소의 구조를 제안하여라.

4.2 이 광학 요소를 만든 물질의 굴절률을 추정하여라.