실험 시험

2019년 1월 12일

먼저 이것을 읽으시오:

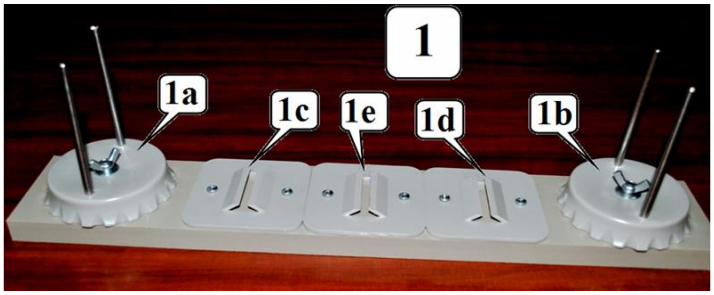
1. 실험 시험은 한 문제로 이루어져 있다. 이 시험 시간은 3시간이다.
2. 제공된 펜만 사용하시오.
3. 수치 계산에는 프로그래밍할 수 없는 자신의 계산기를 사용할 수 있다. 계산기가 없으면 올림피아드 주최 측에 요청하시오.
4. ***답안용지***(Writing sheet)***와 여분의 종이***가 제공된다. 여분의 종이는 풀이의 초안을 쓰는 데 사용할 수 있지만, 채점하지 않는다. 채점받을 최종 풀이는 ***답안용지***에 써야 한다. 글은 되도록 적게 쓰고, 주로 식, 수치, 그림, 그래프를 사용하시오.
5. ***답안용지***의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

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

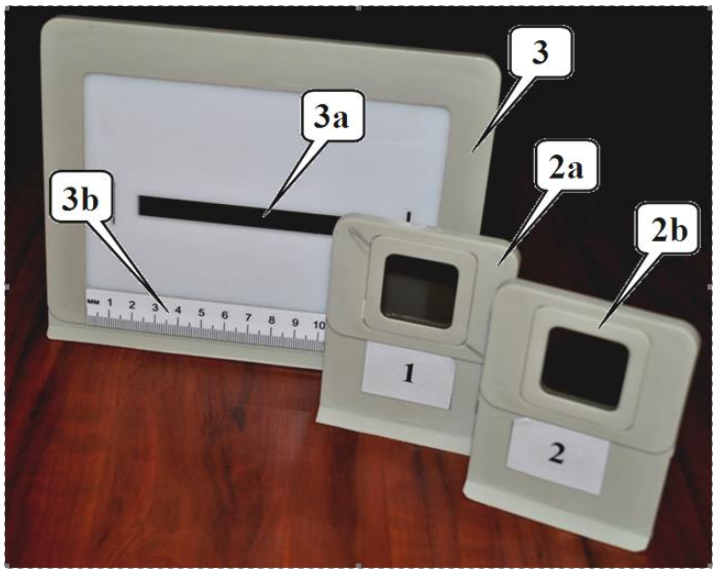
빛의 흡수 (15.0점)

실험 장비

1. 홀더가 있는 광학대:
1a – 나사가 달린 광원 받침대;
1b – 나사가 달린 광검출기 받침대;
1c, 1d, 1e – 홀더;

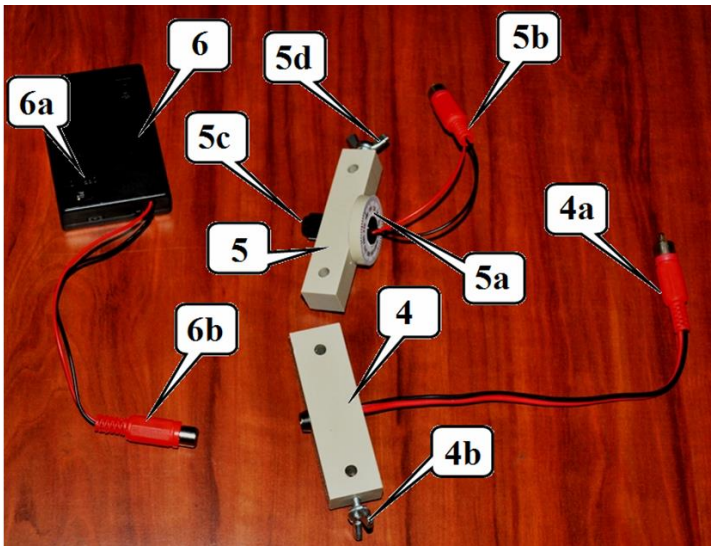


2a – 받침대에 세운 중성 필터;
2b, 3, 3a, 3b – 이 실험에서는 쓰지 않음;



광원:
4 – 발광 다이오드(LED):
4a – 전원 공급 장치에 연결하는 도선;
4b – 고정 나사;
5 – 레이저:
5a – 레이저를 돌리는 눈금 고리;
5b – 전원 공급 장치에 연결하는 도선;
5c – 앞면에 있는 빔 폭 조절 나사;

5d – 고정 나사;
6 – 광원용 전원 공급 장치:
6a – 스위치;
6b – 광원에 연결하는 도선.

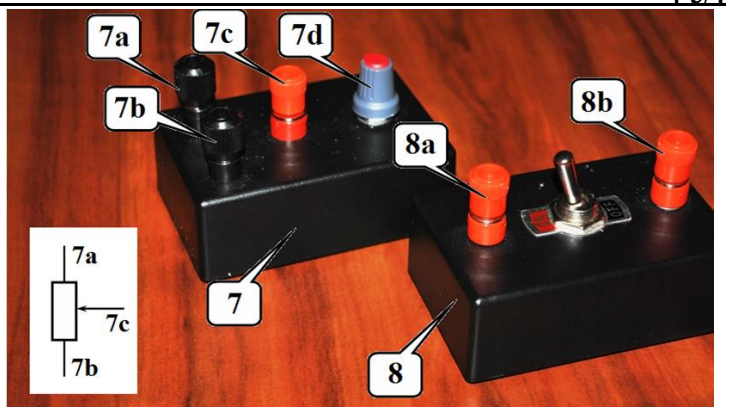


측정하는 동안에만 광원을 켜 두시오!

레이저 빔을 자신이나 다른 사람의 눈에 겨누지 마시오. 매우 위험하다!

7 – 100 kΩ 가변 저항:
7a, 7b, 7c – 회로에 연결하는 단자;
7d – 저항값을 바꾸는 손잡이;

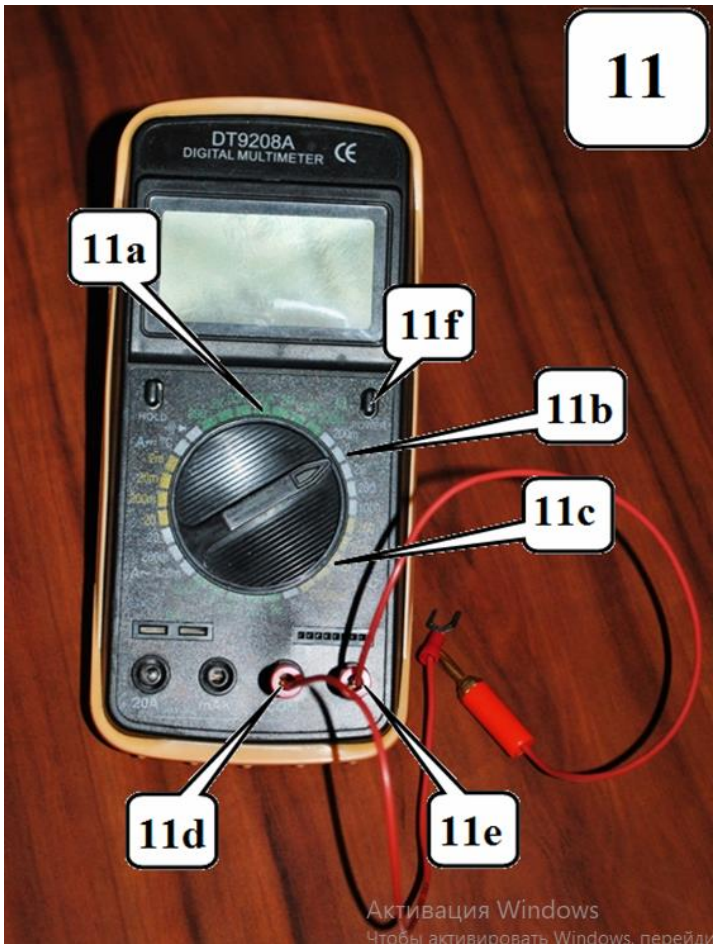
8 – 스위치:
8a, 8b – 회로에 연결하는 단자;



11 – 멀티미터;
11a – 저항 측정 범위 (100 kΩ);
11b – 직류 전압 측정 범위 (2 V);
11d, 11e – 시험 도선 연결 단자;
11f – 전원 켜기/끄기.

멀티미터 화면이 "절전" 모드이면 전원 버튼을 두 번 누르시오!

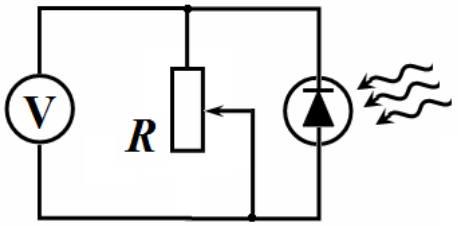
멀티미터로 저항값을 잴 때는 저항을 전원에서 분리해야 한다!



필름 필터 한 세트: 회색 필터 5장, 파란색 필터 5장, 노란색 필터 5장.
빨래집게.

1부. 광검출기 조사하기

앞으로 빛의 세기를 재는 데에는 광다이오드를 사용한다. 빛이 광다이오드에 닿을 때 생기는 기전력은 입사하는 빛의 세기에 복잡하게 의존한다. 따라서 빛의 세기를 재는 데에는 오른쪽 그림의 회로를 사용한다. 멀티미터로 재는 전압은 입사하는 빛의 세기와 가변 저항의 저항값 모두에 따라 달라진다.



광검출기와 레이저를 광학대에 설치하여라. 광선이 광검출기를 정확히 향하게 하여라. 홀더 하나에 중성 필터를 설치하여라. 레이저 고리를 돌려서 저항 양단의 전압이 (저항값이 최대일 때) 적어도 350 mV가 되게 하여라.

1.1 위의 회로에 스위치를 더하여, 제공된 멀티미터 하나로 저항의 저항값과 양단의 전압을 모두 잴 수 있도록 회로를 고쳐라. 제안하는 전기 회로를 개략적으로 그려라.

1.2 1.1의 전기 회로를 이용하여 저항 양단의 전압이 저항값에 따라 어떻게 달라지는지 측정하여라.

1.3 1.2의 데이터를 이용하여 저항 양단의 전압을 저항에 흐르는 전류의 함수로 그래프에 나타내어라.
1.4 저항에서 발생하는 열의 일률을 저항값의 함수로 그래프에 나타내어라.
1.5 열의 일률이 최대가 되는 저항값을 구하여라. 필요하면 추가로 측정하여라.

2부. 레이저 빛의 흡수

이 부분의 실험에서는 모든 측정을 가변 저항의 저항값을 약 3 kΩ으로 하여 하시오. 측정할 때의 저항값을 적어라. 광학대 위의 레이저와 광검출기 사이에 중성 필터를 설치하여라. 레이저 고리를 돌려서 저항 양단의 최대 전압이 약 180–190 mV가 되게 하여라. 멀티미터의 200 mV 범위에서 측정하여라. 이 모드에서 멀티미터의 전압은 입사하는 빛의 세기에 정비례한다. 필터를 빨래집게로 집어 광검출기 바로 앞에 대어라.

필터를 통과한 빛의 세기 I는 입사하는 빛의 세기 I_0에 비례한다.

$$I = kI_0 \tag{1}$$

투과율 k는 입사하는 빛의 세기에는 의존하지 않지만 빛의 파장에는 의존할 수 있다.

2.1 식 (1)을 이용하여, 똑같은 필터 n장을 통과한 빛의 세기가 필터의 수 n에 따라 어떻게 달라지는지 구하여라.
2.2 제공된 모든 필터(회색, 노란색, 파란색)에 대해 빛의 세기 I_n이 필터의 수 n에 따라 어떻게 달라지는지 측정하여라. 2.1에서 얻은 식을 확인할 수 있는 눈금으로 얻은 관계의 그래프를 그려라.

2.3 모든 필터의 투과율을 계산하여라. 그 값의 실험 오차를 어림하여라.
2.4 서로 다른 필터의 쌍(회색 + 파란색, 회색 + 노란색, 파란색 + 노란색)의 투과율을 측정하여라. 각 필터 쌍의 투과율을 이론적으로 계산하여라.

3부. 백색광의 흡수

레이저를 백색광 광원인 LED로 바꾸어라. 중성 필터를 치워라. LED의 빛이 광검출기를 곧바로 향하게 하여라. 저항의 저항값을 약 10 kΩ으로 맞추어라. 측정할 때의 저항값을 적어라.

3.1 제공된 모든 종류의 필터(회색, 노란색, 파란색)에 대해 빛의 세기가 필터의 수에 따라 어떻게 달라지는지 측정하여라. 이 관계들의 그래프를 2부와 같은 눈금으로 그려라.
3.2 2.1에서 얻은 식이 백색 광원에서도 성립하는지 확인하여라. 그 관계가 성립하지 않을 수 있는 주된 원인을 밝혀라.
3.3 서로 다른 필터의 쌍(회색 + 파란색, 회색 + 노란색, 파란색 + 노란색)의 투과율을 측정하여라. 실험 전체에서 얻은 데이터를 이용하여, 필터 쌍의 투과율이 각 필터의 투과율의 곱과 같은지 확인하여라.