

## 간섭과 회절 실험

### 1. 목적

이중 슬릿 및 단일 슬릿을 이용한 간섭과 회절 현상을 통하여 파동의 기본적인 특성인 간섭을 이해한다.

### 2. 이론

#### A. 이중 슬릿 간섭

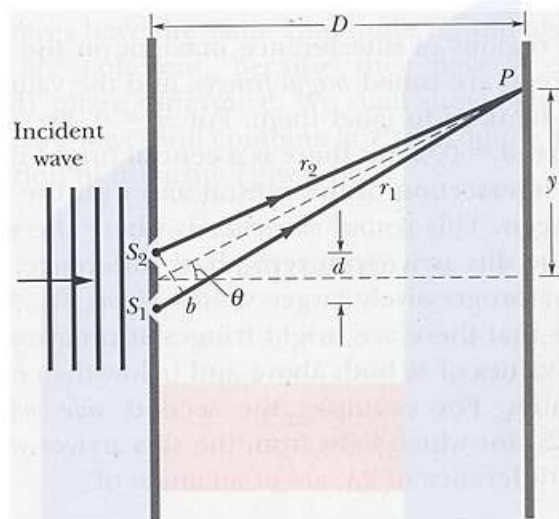


그림 1 이중슬릿 간섭 실험

[그림1]과 같이 슬릿간 간격이  $d$ 인 이중 슬릿에 파장  $\lambda$ 의 레이저 빔을 입사시키고 슬릿으로부터 거리  $D$ 만큼 떨어진 스크린에 형성되는 빛의 패턴을 살펴본다고 하자. 이 때, 슬릿  $S_1$ 과  $S_2$ 를 통과한 두 빛이 스크린  $P$ 점에 닿았다고 할 때 이 두 빛이 이동한 거리  $r_1$ 과  $r_2$ 사이의 경로차  $b$ 는

$$b = d \sin \theta \quad (1)$$

이다. 이 때, 두 빛의 경로차가 파장의 정수배이면 보강간섭이 일어나고 두 보강간섭 사이에서는 상쇄간섭이 일어난다. 즉, 밝은 무늬가 형성되는 지점은

$$d \sin \theta = m \lambda \quad (2)$$

이다. 여기서  $m$ 은 정수이다. 스크린 중앙 부근에서의 간섭무늬를 고려하는 경우, 각도  $\theta$ 가 작으므로  $\sin \theta \approx \frac{y}{D}$ 로 어림할 수 있으므로 이를 식 (2)에 대입하면 중앙에서부터  $m$ 번째 밝은 무늬에 해당하는 위치는

$$y_m = \left(\frac{D}{d}\lambda\right)m \quad (3)$$



그림 2 이중 슬릿 간섭 무늬

로 주어진다. 이 때,  $d$ ,  $D$  및 밝은 무늬 사이 간격  $\Delta y$ 를 안다면, 이를 이용하여 입사한 빛의 파장  $\lambda$ 를 측정할 수 있다.

$$\lambda = \frac{d}{D}\Delta y \quad (4)$$

## (2) 단일 슬릿 회절

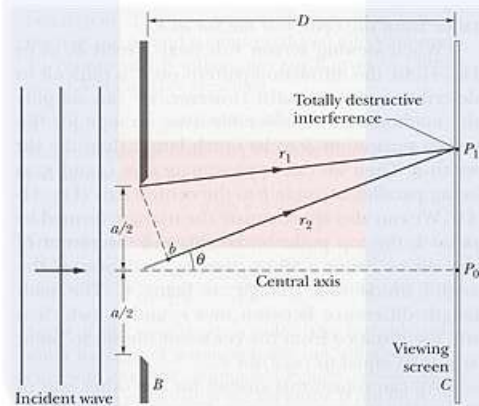


그림 3 단일 슬릿 회절 실험

[그림3]과 같이 폭이  $a$ 인 슬릿에 파장  $\lambda$ 의 레이저 빔을 입사시키고 슬릿으로부터 거리  $D$  만큼 떨어진 스크린에 형성되는 빛의 패턴을 살펴본다고 하자. 이 때, 슬릿의 각 지점을 통과하여 스크린  $P$ 점에 도달하는 빛들은 중첩되어 그 경로차에 따라 보강 또는 상쇄 간섭을 한다. 슬릿의 각 지점을 지나서 빛을 중첩시키면 스크린 각 지점에서 관측되는 빛의 세기는 다음과 같다.

$$I(\theta) = I_{\max} \frac{\sin^2 \alpha}{\alpha^2}, \quad \alpha = \frac{\pi a}{\lambda} \sin \theta \quad (5)$$

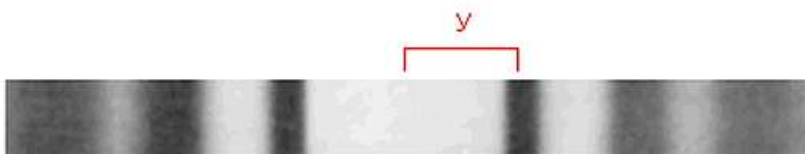


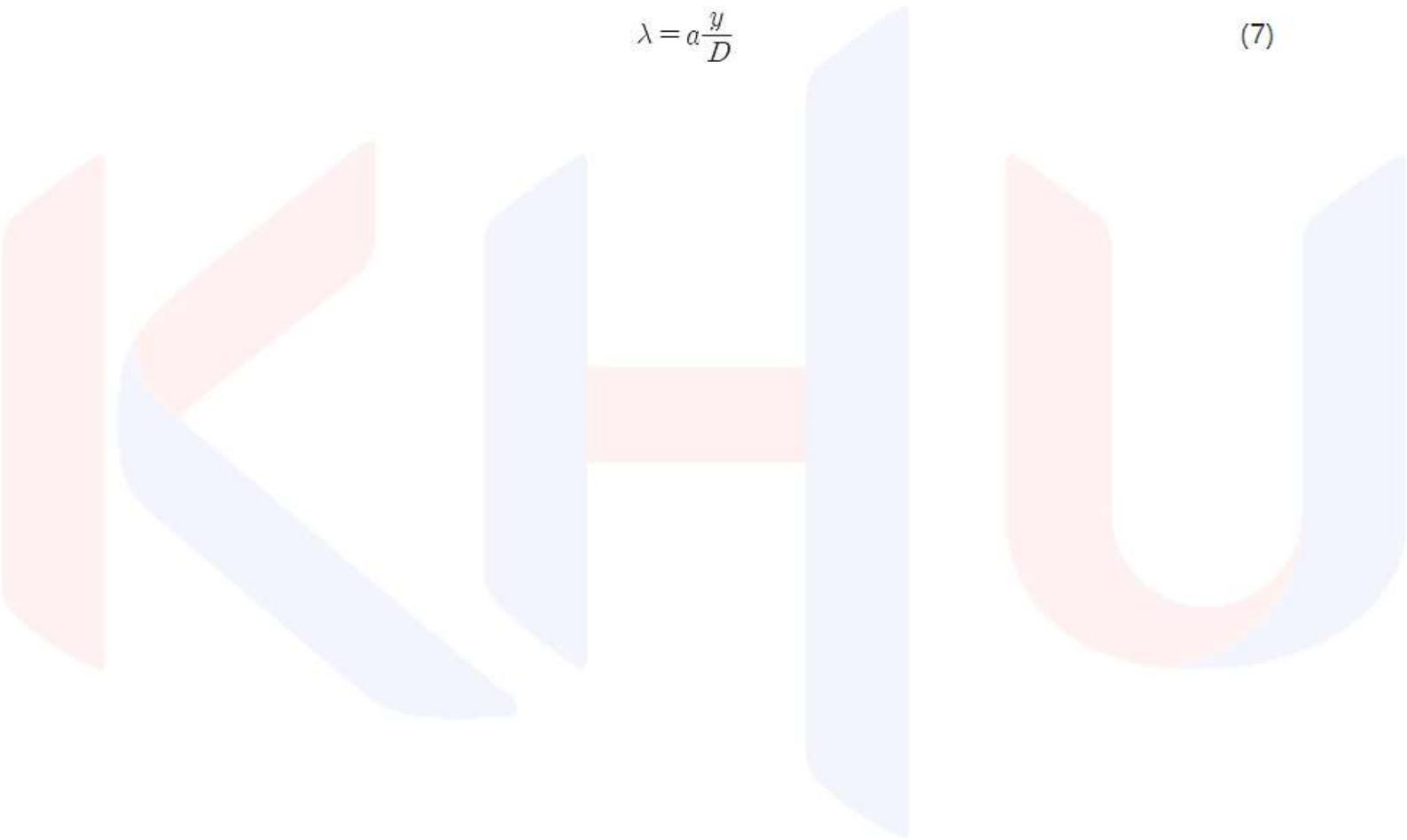
그림 4 단일슬릿 간섭 무늬

따라서 중앙( $\alpha=0$ , 또는  $\theta=0$ )중앙에서 극대점이 형성되고, 첫째 극소점(상쇄간섭)은  $\alpha = \frac{\pi a \sin \theta}{\lambda} = \pi$ , 즉  $\sin \theta = \frac{\lambda}{a}$  에서 주어진다. 각도  $\theta$ 가 충분히 작으면  $\sin \theta \approx \frac{y}{D}$ 로 어림할 수 있으므로 중앙 극대점에서 첫째 극소점까지의 거리는

$$y = \frac{D}{a} \lambda \quad (6)$$

이다. 따라서  $a$ ,  $y$ ,  $D$ 를 알면 빛의 파장  $\lambda$ 를 알아낼 수 있다.

$$\lambda = a \frac{y}{D} \quad (7)$$



### 3. 실험장치 및 기구

(1) 단일 슬릿과 이중 슬릿

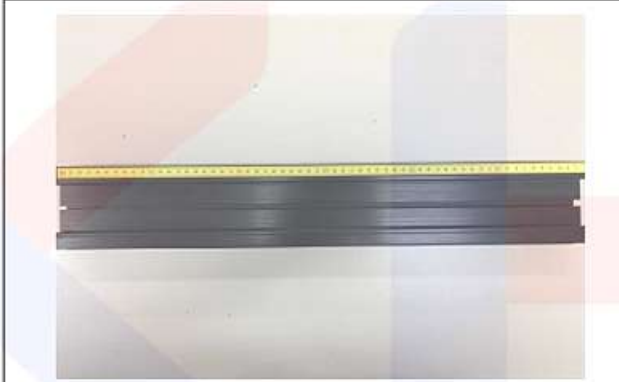
(2) 광학대(Optics Bench): 레이저광원, 레일, 스크린



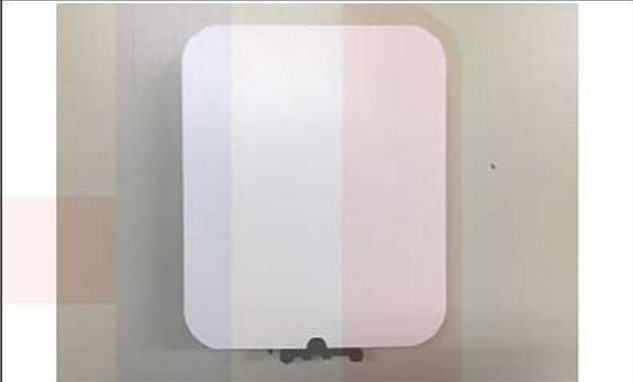
단일 슬릿과 이중 슬릿



레이저 광원



레일



스크린

#### 4. 실험방법

##### A. 단일 슬릿 회절 실험

(1) 단일 슬릿 지지대를 사용하고 [그림 5]와 같이 레일, 레이저광원, 단일 슬릿을 설치한다.



그림 5 단일 슬릿 회절 실험 장치

(2) [그림 6]과 같이 레이저 광원 뒷면부의 조절기를 조작하고 단일 슬릿 원판을 회전시켜, 슬릿 폭이  $a=0.02\text{mm}$ 인 단일 슬릿을 통해 레이저가 통과할 수 있도록 한다.



그림 6 단일 슬릿의 앞면과 뒷면 구멍(왼쪽)과 레이저 광원 뒷면(오른쪽)

(3) 단일 슬릿을 통과하여 스크린에 맺힌 간섭무늬를 관측한다. 중앙의 가장 밝은 무늬의 중심과 첫째 어두운 무늬의 중심까지의 거리  $y$ 와 단일 슬릿으로부터 스크린까지의 거리  $D$ 를 재고, 이로부터 레이저의 파장  $\lambda$ 를 계산한다.

(4) 단일 슬릿에서부터 스크린까지의 거리  $D$ 를 3회 바꾸어 가면서 과정(3)을 반복하고, 파장의 평균값을 구한다.

(5) 단일 슬릿의 폭을  $a=0.04\text{mm}, 0.08\text{mm}, 0.16\text{mm}$ 로 바꾸면서 과정 (2)~(4)를 반복한다.

## B. 이중 슬릿 간섭 실험

- (1) 이중 슬릿용 지지대를 사용하고 [그림 5]와 같이 레일, 레이저광원, 이중 슬릿을 설치한다.
- (2) [그림 7]과 같이 레이저 광원 뒷면부의 조절기를 조작하고 이중 슬릿 원판을 회전시켜, 슬릿 폭이  $a=0.04\text{mm}$ 이고, 슬릿 간격이  $d=0.25\text{mm}$ 인 이중 슬릿을 통해 레이저가 통과할 수 있도록 한다.

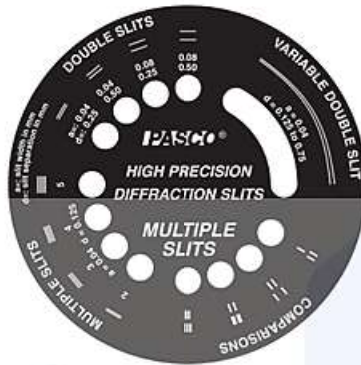


그림 7 이중 슬릿 앞면

- (3) 이중 슬릿을 통과하여 스크린에 맺힌 간섭무늬를 관측한다. 인접한 밝은 무늬 사이의 간격  $\Delta y$ 와 이중 슬릿으로부터 스크린까지의 거리  $D$ 를 재고, 이로부터 레이저의 파장  $\lambda$ 를 계산한다.
- (4) 이중 슬릿에서부터 스크린까지의 거리  $D$ 를 3회 바꾸어 가면서 과정(3)을 반복하고, 파장의 평균값을 구한다.
- (5) 이중 슬릿의 폭과 간격을  $(a=0.04\text{mm}, d=0.50\text{mm})$ ,  $(a=0.08\text{mm}, d=0.25\text{mm})$ ,  $(a=0.08\text{mm}, d=0.50\text{mm})$ 으로 바꾸면서 과정 (2)~(4)를 반복한다.

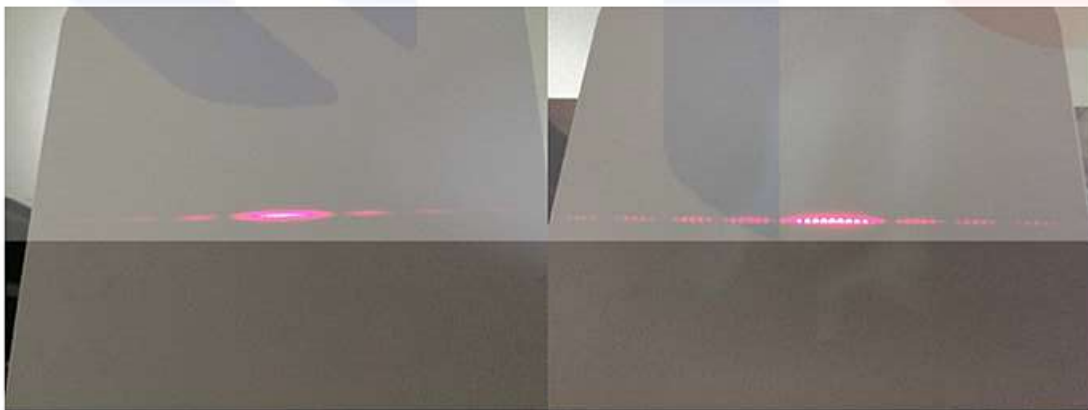


그림 8 단일 슬릿 회절 무늬(왼쪽)과 이중 슬릿 간섭 무늬(오른쪽)