

실험 : 빛의 파장측정(Young 의 간섭)

1. 목적

2중슬릿에 의한 빛의 간섭과 회절현상을 관찰하고, 빛의 파장을 구한다.

2. 기본원리

토마스 영(Tomas Young)은 빛에 대한 간섭효과를 발견하여 빛의 파동설을 세웠다. 간섭이란 두 개의 파동이 서로 중첩되어 어떤 공간에 에너지가 균일하게 분포되지 않고, 어느 점에서는 극대가 되고 다른 점에서는 극소가 되는 현상을 말한다. 간섭을 일으키기 위해서는 두 개 이상의 파동이 같은 속도, 진동수, 파장 및 상대적 위상이 일정하게 유지되어야 한다.

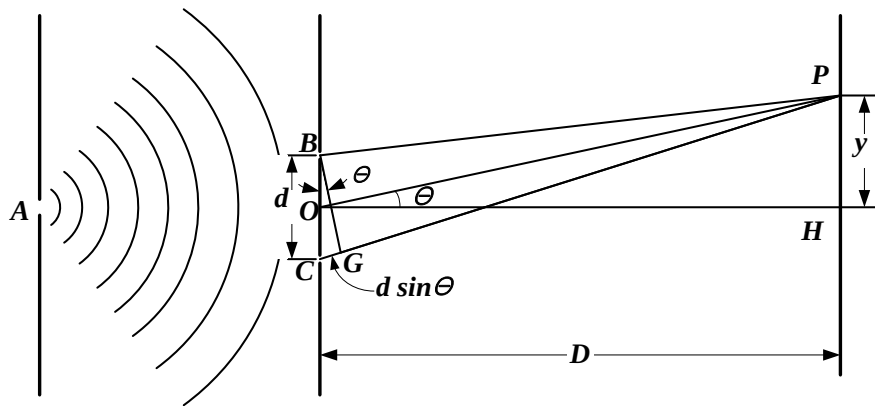


그림 1. 이중슬릿에 의한 회절

그림 1에서와 같이 두 개의 슬릿 B,C 에서 나온 빛의 간섭을 생각하자. 슬릿A를 통과한 빛은 회절에 의하여 퍼져 나가서 슬릿 B,C 에 도달한다. 이들 슬릿을 통과한 광선은 다시 회절하여 두 개의 구면파가 서로 겹쳐서 진행한다. 입사광선이 단색광이면 이 두 파가 서로 간섭을 일으켜 스크린 위에 밝고 어두운 간섭무늬를 만들 것이다.

그림 1에서 슬릿 B,C 로부터 점 P에 이르는 두 광선은 슬릿에서 같은 위상에 있고, 두 광선 사이에는 점 P에 도달할 때 위상차가 생긴다. 이 때 두 슬릿 사이의 d와 PH가 슬릿과 스크린까지의 거리 D 보다 매우 작다면 두 광선 사이의 경로차 δ 는 다음과 같이 주어진다.

$$\delta = CP - BP = CG \quad (1)$$

만일, 경로차 δ 가 입사광의 파장(λ)의 정수배가 되면 점 P에서 동위상이 되고, 즉 마루와 마루가 만나게 된다. 따라서 점 P에서 두 파의 진폭이 서로 더해져서 보강간섭을 일으켜 밝은 점이 된다. 그림 1에서와 같이 경로차는 $CG = d \sin \theta$ 이므로 점에서 보강간섭조건은 다음과 같다.

$$nl, (n = 0, 1, 2, \dots) \quad (2)$$

점 P에서 두 파의 경로차가 반파장의 홀수배가 되면 두파는 서로 마루와 골이 만나게 되고 소멸간섭을 일으켜 어두운 점이 된다. 소멸간섭 조건은 식 (3)과 같다.

$$d \sin \theta = (2n + 1) \frac{\lambda}{2}, (n = 0, 1, 2, \dots) \quad (3)$$

토마스 영(Thomas Young)은 자기의 실험에서 스크린의 중앙(H)에 밝은 점과 차례로 어둡고 밝은 무늬를 관측하였다.

3. 실험 기구

- 광학대
- 광학용 10종 슬릿
- 스크린
- 볼록렌즈
- 지지대
- 광원장치(LASER)

4. 실험 방법

- ① 광학대 위에 광원, 슬릿 및 스크린을 그림 2와 같이 배열한다.



그림 2. 실험장치의 세팅

- ② 광원과 2중슬릿 사이에 단일 슬릿을 두거나, 렌즈를 이용하여 2중슬릿에 평행광선이 입사 되도록 한다.(레이저를 사용할 경우에는 레이저 자체에서 평행광선이 방출되기 때문에 이 과정이 필요없다)
- ③ 10중 슬릿중 하나의 2중슬릿을 선택하고, 그 부분으로 레이저 빛이 입사되도록 맞춘다.(정확이 맞추게 되면 스크린에 밝고 어두운 무늬가 반복적으로 보인다.)
- ④ 2중슬릿과 스크린 사이의 거리 D 를 측정한다.
- ⑤ 스크린상의 가장 밝은 간섭무늬의 중심으로부터 n 번째 밝은 무늬의 중심까지의 거리(y)를 측정한다.
- ⑥ 다음 식으로부터 사용한 광원의 파장을 구하라.

$$\lambda = \frac{dy}{nD}$$

- ⑦ 사용한 광원의 주어진 파장과 식 (4)를 이용하여 구한 값을 비교하라.
- ⑧ 슬릿간격이 다른 슬릿을 선택하고 위의 실험을 반복하여라.
- ⑨ 위 실험의 결과로부터 간섭현상을 이해하고, 10중 슬릿의 다른 무늬에 LASER 빛을 입사시켰을 때, 어떤 무늬가 생길지 예상해보자. 또한 실험을 통해 예상했던 무늬가 생기는지 확인하여보자.

5. 분석

1) 측정값

슬릿의 간격(d) :

광원 파장 :

실험회수	D	y	n	l
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
평 균 파 장				

2) 실험값 계산

① 다음 식으로부터 사용한 광원의 파장을 구하라.

$$\lambda = \frac{dy}{nD}$$

② 사용한 광원의 주어진 파장과 식 (4)를 이용하여 구한 값을 비교하라.