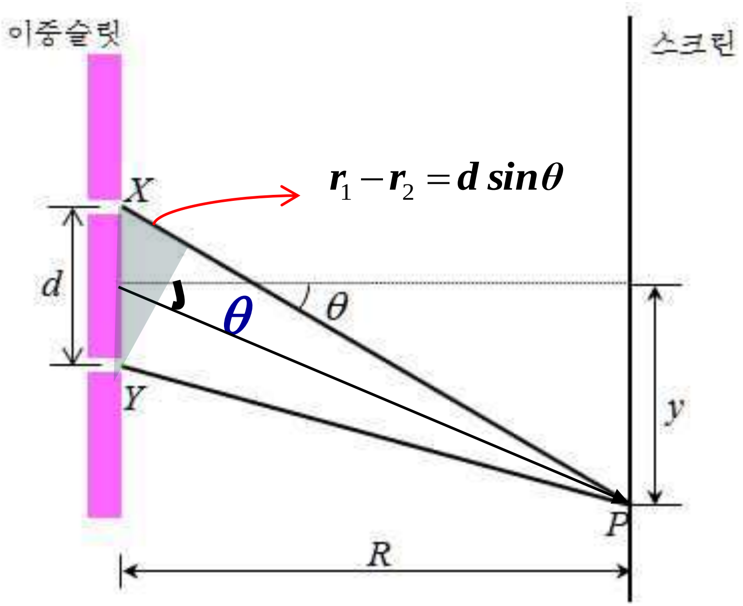
제 24 장 기출_연습문제 풀이 (1)

연습문제 풀이 : (2007년 이후 중간고사에 출제된 연습문제 모음)
2, 4, 6, 7, 9, 10, 13, 14

+ 기출문제

24-2 영의 이중 슬릿 실험 2014년 기출 주관식 2번 2007년 기출 주관식 2번

[기출문제] 다음은 영의 이중 슬릿 실험이다. 아래 물음에 답하시오



(가) $\overline{XP}$ 와 $\overline{YP}$ 경로간의 경로차를 d, θ 로 나타내시오.

$$\Delta r = d\sin\theta$$

(나) 이중 슬릿을 통과하는 빛의 파장을 λ 라고 할 때 점 P 에서 보강간섭이 일어날 조건을 상쇄간섭이 일어날 조건을 서술하시오.

- 보강간섭 조건 : $d\sin\theta = m\lambda \quad (m = 0, \pm 1, \pm 2, \ldots)$
- 상쇄간섭 조건 : $d\sin\theta = (m + \frac{1}{2})\lambda \quad (m = 0, \pm 1, \pm 2, \ldots)$

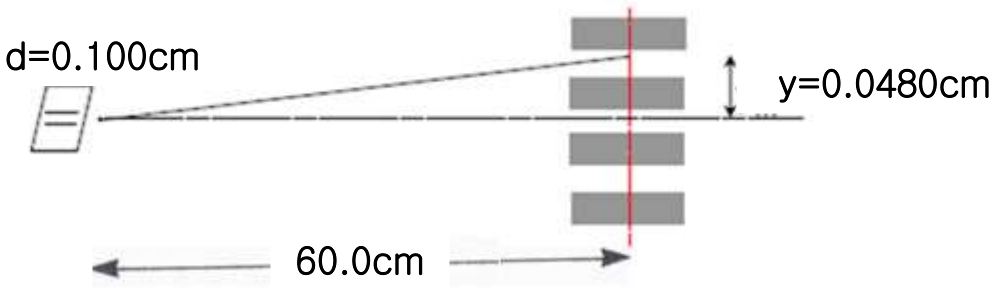
(다) 각도 θ 가 매우 작을 때 sinθ 나 tanθ 는 근사적으로 ≈ θ 로 표현할 수 있다. 스크린의 중앙에서 첫 번째 밝은 무늬가 나오는 곳의 길이 y 를 주어진 변수 R, λ, d 로 나타내시오.

- 스크린 상에서 m번째 어두운 무늬까지의 거리 $y_m^{bright} = R\tan\theta_m \approx R\theta_m \approx R\sin\theta_m \approx R\frac{m\lambda}{d}$
- 첫번째 밝은 무늬 (m=1 일 때) : $y_1^{bright} = R\frac{\lambda}{d} \quad \Leftarrow \left(\sin\theta = \frac{\lambda}{d}\right)$

24-2 영의 이중 슬릿 실험 기출 2008년 8번

연습 24-2. 이중 슬릿의 간격이 0.100 cm 이고 슬릿과 스크린 사이의 거리가 60.0 cm 이다. 스크린 상에 밝은 무늬가 중심점에서 0.0480 cm 떨어진 곳에 생겼다면 투과한 빛의 파장은?

풀이 이중 슬릿 실험에서 빛의 경로차가 파장의 정수배일 때 스크린에 보강간섭무늬가 생기고 그 위치 y 는 다음과 같다. 이 식으로 부터 빛의 파장을 알 수 있다.



보강간섭 무늬의 위치

$$y_m^{bright} = D\frac{m\lambda}{d}\,(m = 0,1,2\cdots)$$

$$(m = 1)$$

중심점으로 부터 첫 번째 무늬가 0.0480 cm 떨어져 있는 경우로 보자.

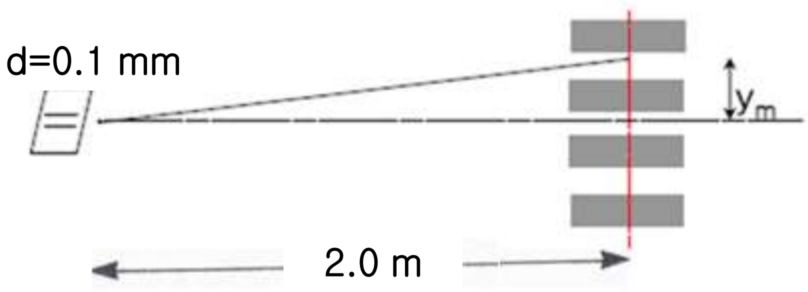
$$y_m^{bright} = R\frac{m\lambda}{d} \Rightarrow \lambda = \frac{yd}{mR} = \frac{0.0480\times0.100}{1\times60.0} = 0.0000800cm = 800(nm)$$

24-2 영의 이중 슬릿 실험 기출 2011년 8번

[기출문제] 이중 슬릿에 파장이 600nm 인 레이저 빛을 입사시켰더니 슬릿으로 부터 2.0 m 떨어진 스크린에 간섭 무늬가 관찰되었다. 슬릿의 간격은 0.1 mm 라고 할 때, 간섭 무늬에서 밝은 무늬 사이의 간격은 얼마인가?

풀이

이중 슬릿 실험에서 빛의 경로차가 파장의 정수배일 때 스크린에 보강간섭무늬가 생기고 그 위치 y 는 아래의 식으로 주어진다.



보강간섭 무늬의 위치

$$y_m^{bright} = D\frac{m\lambda}{d} \quad (m = 0,1,2\cdots)$$

이므로 밝은 무늬 사이의 거리 Δy 는

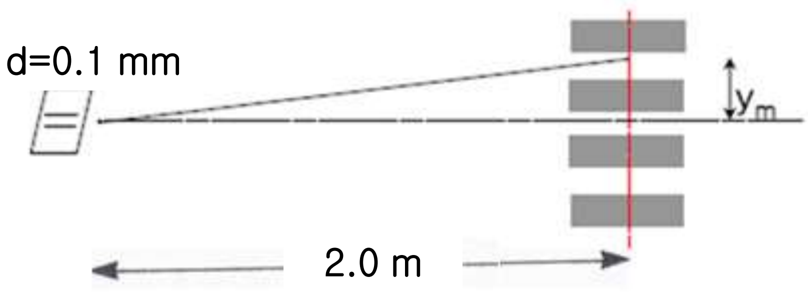
$$\Delta y = y_m - y_{m-1} = \frac{R\lambda}{d} = \frac{2.0\times 600\times 10^{-9}}{0.1\times 10^{-3}} = 1.2\times 10^{-2}(m) = 1.2(cm)$$ 이다.

24-2 영의 이중 슬릿 실험 기출 2010년 8번

[기출문제] 영의 이중 슬릿 실험에서 슬릿 사이의 간격이 0. 3 mm 이고 슬릿과 스크린 사이의 거리가 1.2 m 일 때, 간섭 무늬에서 어두운 선의 간격이 2.4 mm 였다. 이 실험에서 사용된 빛의 파장은 명 nm 인가?

풀이

이중 슬릿 실험에서 빛의 경로차가 파장의 반정수배일 때 스크린에 어두운 간섭무늬가 생기고 스크린 상의 위치 y 는 다음과 같다. 이 식에서 두 어두운 무늬 사이의 간격은



어두운 간섭 무늬의 위치

$$y_m = D\frac{(m+\frac{1}{2})\lambda}{d} \qquad (\mathrm{m} = 0, 1, 2...)$$

에서 어두운 무늬 사이의 거리 Δy 를 구할 수 있다. (밝은 무늬 사이의 간격과 같다.)

$$\Delta y = y_m - y_{m-1} = \frac{R\lambda}{d} = 2.4$$

이 식으로 부터 빛의 파장을 구할 수 있다.

$$\lambda = \frac{(\Delta y)d}{D} = \frac{(2.4\times10^{-3})\times(3.0\times10^{-3})}{1.2} = 6.0\times10^{-7} = 600(nm)$$

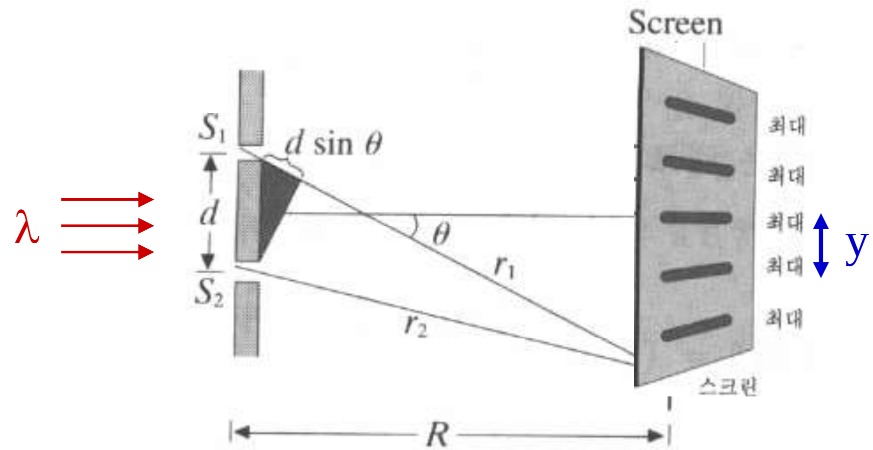
24-2 영의 이중 슬릿 실험 2012년 기출 6번 2006년 기출 8번

연습 24-4. Young 의 이중 슬릿 실험에서 슬릿 간격은 d 이고 슬릿과 스크린 사이 거리는 R 이다. 이 이중 슬릿에 파장이 λ 인 빛이 입사하는 경우 단위 길이 당 간섭무늬의 수는 ?

보강간섭 조건

$$d\sin\theta = m\lambda, (m = 0, \pm 1, \ldots)$$

$$y = R\tan\theta \approx R\theta \approx R\sin\theta \approx R\frac{m\lambda}{d}$$



풀이

스크린의 중심에서 부터 밝은 무늬가 생기는 위치 는 $y = R\frac{m\lambda}{d}$ 이고

무늬 사이의 간격은 $\Delta y = R_{m+1} - R_m = \frac{\lambda R}{d}$

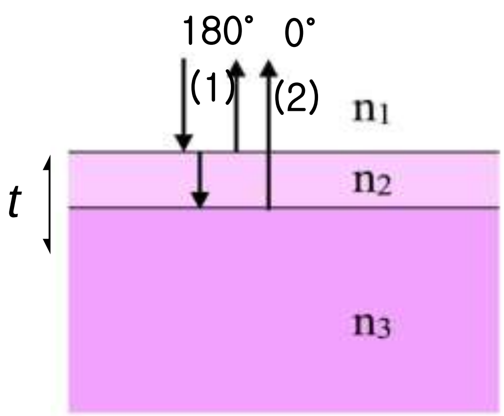
이므로 단위길이당 간섭무늬 수는 총 무늬 개수/ 전체 무늬 길이(y) 로 나누면 된다.

단위 길이당 간섭무늬 수 : $\frac{m}{y} = \frac{d}{\lambda R}$

박막 간섭 **2016년 기출 8번** **2015년 기출 7번** **2007년 기출 8번**

[기출문제] 굴절률이 각각 n_1, n_2, n_3 인 유전체들이 아래 그림과 같이 놓여 있다. 첫 번 째 층과 세 번째 층은 무한히 두껍다고 가정한다. 아래 그림과 같이 빛을 수직으로 입사시켰을 때 반사를 최소화하기 위한 두 번째 층의 최소두께를 주어진 변수를 이용해 나타내시오. 단, $n_2 > n_1$, $n_2 > n_3$ 이고 진공 중에서 빛의 파장은 λ 이다.

풀이 반사에 위상이 변하는 것과 경로차에 의해 위상이 변하는 것을 고려하여 간섭조건을 결정한다.



공기와 n_2 굴절률을 갖는 물질 사이의 경계면에서 반사한 빛 (1)은 위상이 180 도로 반사된다. ($n_2 > n_1$) 그러나 n_2 물질을 투과하여 n_3 물질의 경계면에서 반사되는 빛 (2)는 $n_2 > n_3$ 이므로 반사될 때 위상이 바뀌지 않는다. (0도) 한편 (1) 과 (2) 광선은 표면에서 간섭을 하게 되는데 이 두 광선의 경로차(2t)가 물질 내의 파장의 정수배일 때 (2)광선은 위상이 그대로 0 도로 유지된다. 따라서 (1)의 180도 위상과 (2)의 0 도 위상은 서로 상쇄간섭을 일으키게 된다. 따라서 상쇄간섭 조건은 물질내의 파장의 정수배가 된다.

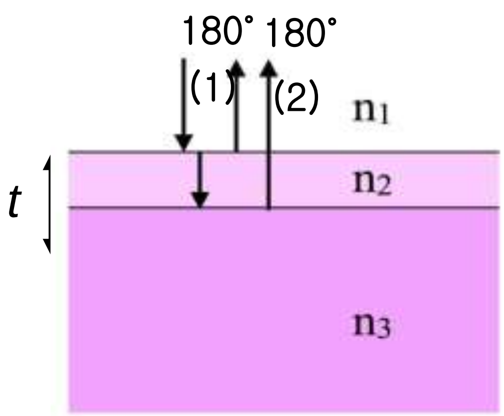
$$\text{경로차} = 2t = m\lambda_n = m\left(\frac{\lambda}{n_2}\right) \quad \Rightarrow \quad 2n_2 t = m\lambda$$

m=1 일 때 빛의 (최소) 두께 : $\Rightarrow \therefore t = \dfrac{\lambda}{2n_2}$

박막 간섭 2017년 기출 6번

[기출문제] 굴절률이 각각 n_1, n_2, n_3 인 유전체들이 아래 그림과 같이 놓여 있다. 첫 번 째 층과 세 번째 층은 무한히 두껍다고 가정한다. 아래 그림과 같이 빛을 수직으로 입사시켰을 때 반사를 최소화하기 위한 두 번째 층의 최소두께를 주어진 변수를 이용해 나타내시오. 단, $n_1 < n_2 < n_3$ 이고 진공 중에서 빛의 파장은 λ 이다.

풀이 반사에 위상이 변하는 것과 경로차에 의해 위상이 변하는 것을 고려하여 간섭조건을 결정한다.



공기와 n_2 굴절률을 갖는 물질 사이의 경계면에서 반사한 빛 (1)은 위상이 180 도로 반사된다. ($n_2 > n_1$) n_2 물질과 n_3 물질 사이의 경계면에서 반사되는 빛 (2)도 $n_2 < n_3$ 이므로 위상이 180도로 반사된다. 따라서 (1) 과 (2) 광선이 표면에서 상쇄 간섭을 하려면 n_2 물질 속에서 두 광선의 경로차(2t)가 물질 내의 파장의 반정수배가 되어야 (2)광선과 (1) 광선의 위상이 180 도가 된다. 따라서 상쇄간섭 조건은 n_2 물질내의 파장의 반정수배이다.

$$\text{경로차} = 2t = (m+1)\frac{\lambda_n}{2} \xrightarrow{m=1} \frac{1}{2}\left(\frac{\lambda}{n_2}\right) \quad \Rightarrow \quad t = \frac{\lambda}{4n_2}$$

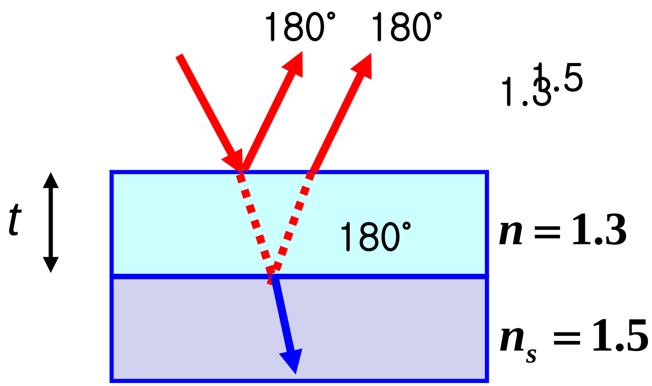
m=1 일 때 빛의 (최소) 두께 : $\Rightarrow \therefore t = \dfrac{\lambda}{4n_2}$

박막 간섭 2011년 기출 7번

[기출문제] 굴절률이 1.5 인 유리판 위에 굴절률이 1.3 이고 두께가 250nm 인 기름 막을 형성하였다.이 기름 막에 빛이 수직으로 가시광을 입사시켰을 때 반사가 최대가 되는 빛의 파장은 몇 nm 인가?

풀이

박막의 표면에서 반사된 광선은 박막에서 180도 위상이 바뀌고, 박막을 투과하여 박막 아랫면에서 반사한 광선도 굴절률이 더 큰 유리의 경계 면에서 반사되므로 위상이 180도 이다. 이 두 광선은 표면에서 간섭하게 되는데 두께 차이에 의한 경로차 위상 변화를 더 고려하면 된다.



$n_{air} \langle n \ \langle n_s$

반사를 최소화 하려면 박막 윗면에서 반사된 광선과 박막 아래 면에서 반사된 광선들이 소멸간섭이 되어야 한다. 박막 윗면에서 반사된 광선과 아랫면(유리 경계면)에서 반사된 광선은 반사로 인해 위상이 각각 180도인 상태이다. 이 두 광선이 보강간섭이 되려면 경로차에 의해서도 위상이 바뀌지 않아야 한다. 따라서 보강간섭은 (박막의 두께의 2 배인) 경로차가 물질 내의 파장의 정수배가 되어야 한다. 그러면 두 관선이 같은 위상이 되어 보강간섭을 하게 된다.

$$경로차 = 2t = m\lambda_n = m\left(\frac{\lambda}{n}\right) \quad \Rightarrow \quad 2nt = m\lambda$$

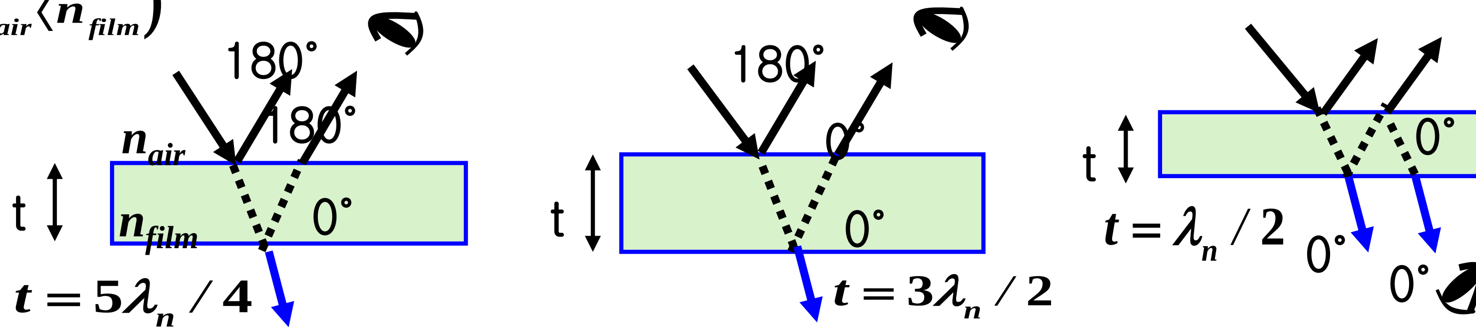
m=1 일 때 빛의 (최소) 파장 :

$$\Rightarrow \therefore \lambda = 2nt = 2 \times (1.3) \times \left(250 \times 10^{-9}\right) = \left(650 \times 10^{-9}\right)(\mathrm{m}) = 650(nm)$$

24-3 박막에서의 간섭 2012년 기출 7번

연습 24-6. 그림은 세 가지 박막 실험을 보여 준다. t는 박막의 두께이고 λ_n 는 박막 내에서의 빛의 파장이다. 세 실험 중에서 보강간섭 무늬를 볼 수 있는 것을 고르시오.

풀이 $(n_{air} < n_{film})$



(a) 보강간섭 무늬를 볼 수 있다.

(1) 박막의 표면에서 반사된 광선은 박막에서 180도 위상이 바뀐다.
(2) 박막을 투과한 광선은 아랫면에서 반사된다. 이 때 박막의 굴절률이 공기 보다 크기 때문에 아랫면에서 반사된 광선의 위상은 변하지 않는다.
(3) 경로차가 아래와 같이 파장의 반정수배이므로 위상이 0도에서 180도로 바뀌어 180도의 반사광과 같은 위상이 되어 보강간섭이 된다.

$$(\text{경로차})\ 2t = \left(m + \frac{1}{2}\right)\lambda_n \xrightarrow{(m=0,1,2\cdots)} \frac{\lambda_n}{4}, \frac{5\lambda_n}{4}, \cdots$$

(C) 보강간섭 무늬를 볼 수 있다

(1) 굴절된 광선은 위상의 변화가 없다.
(2) 박막의 윗면에서 반사된 광선은 박막의 굴절이 더 크므로 경계면에서 반사될 때 위상이 변하지 않는다.
(3) 경로차가 파장의 정수 배이면 위상이 그대로 유지될 것이다.

$$\text{경로차} = 2t = m\lambda_n \xrightarrow{(m=1,2,3\cdots)} \frac{\lambda_n}{2}, \lambda_n, \frac{3\lambda_n}{2} \cdots$$

(b) 상쇄 간섭- 보강 무늬를 볼 수 없다.

(1) 박막의 표면에서 반사된 광선은 박막에서 180도 위상이 바뀌고 박막을 투과한 광선은 아랫면에서 반사된다. 이 때 박막의 굴절률이 공기보다 크기 때문에 아랫면에서 반사된 광선의 위상은 변하지 않는다.
(2) 경로차가 아래와 같이 파장의 정수배이므로 위상이 0도 그대로 유지되면 180도의 반사파와 상쇄간섭을 한다.

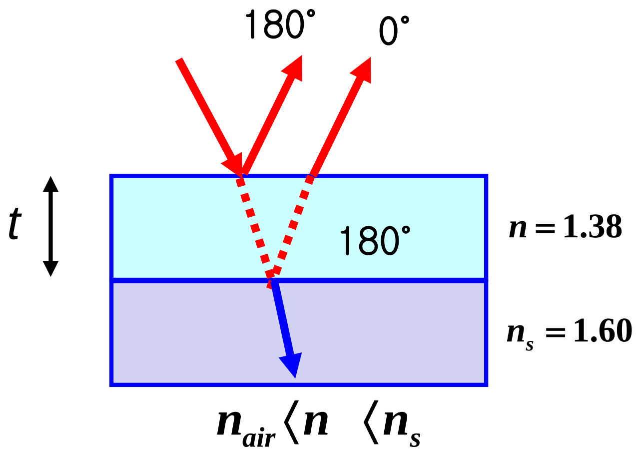
$$\text{경로차} = 2t = m\lambda_n \xrightarrow{(m=1,2,3\cdots)} \frac{\lambda_n}{2}, \lambda_n, \frac{3\lambda_n}{2} \cdots$$

24-3 박막에서의 간섭 2011년 기출 7번, 2008년 기출 5번(수치는 다름), 2006년 기출 7번

연습 24-7. 유리 표면에 MgF_2 로 된 박막을 입혀서 반사를 줄이고자 한다. (유리의 굴절률은 1.60, MgF_2 의 굴절률은 1.38이다.) 파장이 500 nm 인 빛이 수직을 입사할 때 반사를 최소화 시키는데 필요한 박막의 두께는 얼마인가?

풀이

박막의 표면에서 반사된 광선은 박막에서 180도 위상이 바뀌고,
박막을 투과하여 박막 아랫면에서 반사한 광선도 굴절률이 더 큰 유리의 경계 면에서 반사되므로 위상이 180도 이다.



반사를 최소화 하려면 박막 윗면에서 반사된 광선과 박막 아래 면에서 반사된 광선들이 소멸간섭이 되어야 한다. 박막 윗면에서 반사된 광선과 아랫면(유리 경계면)에서 반사된 광선은 처음에는 위상이 각각 180도인 상태이다. 이 두 광선이 소멸간섭이 되려면 (박막의 두께의 2 배인) 경로차에 의해 아랫면에서 반사된 광선의 위상이 0 도가 되어야 한다. 즉 박막 아래 면에서 반사된 광선의 경로차가 (물질내의 파장의 크기에) 반정수배가 되어야 한다.

$$\text{경로차} = 2t = \left(m + \frac{1}{2}\right)\lambda_n = \left(m + \frac{1}{2}\right)\left(\frac{\lambda}{n}\right) \Rightarrow 2nt = \left(m + \frac{1}{2}\right)\lambda$$

m=0 일 때 최소의 박막의 두께 t :

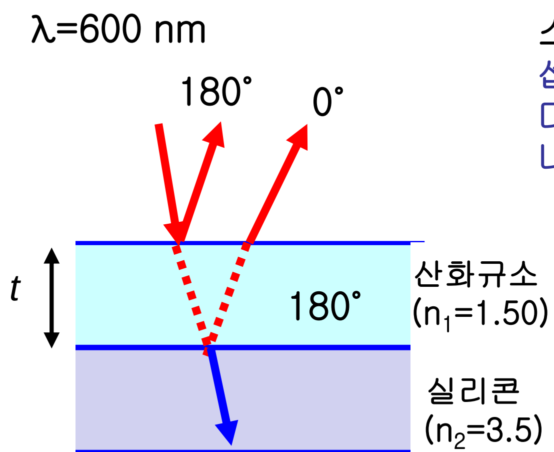
$$\Rightarrow \therefore t = \frac{\lambda}{4n} = \frac{(5.00 \times 10^{-7})}{4 \times (1.38)} = (9.05 \times 10^{-8})(m) = 90.5(nm)$$

24-3 박막에서의 간섭 2015기출 7번, 2013년 기출 7번(수치는 다름), 2010년 기출 7번, 2007 기출 8번

연습 24-9. 아래그림과 같이 실리콘 태양 전지 표면에서 빛의 반사를 줄이기 위해 산화규소와 같은 투명한 박막을 코팅한다. 이 태양 전지에 파장이 600 nm 인 빛을 수직으로 입사시켰을 때 반사를 최소화하기 위한 박막의 최소 두께는 얼마인가?(실리콘과 산화규소의 굴절률은 각각 3.50와 1.50 이다)

풀이

공기와 접한 산화규소의 위 표면에서 반사된 광선은 180도 위상이고,
산화규소의 박막을 투과한 광선도 굴절률이 더 큰 실리콘의 경계 면에서 반사되므로 위상이 180도 바뀐다.



$$n_{air} < n_1 < n_2$$

소멸간섭이 일어나려면 윗면에서 반사된 180도 위상의 빛과 소멸간섭을 일으키려면 박막 아래서 반사된 광선이 0도의 위상이 되어야 한다. 따라서 경로차가 파장의 반정수배가 되면 180도의 위상이 0도로 나오게 공기 중으로 나오게 되어 소멸 간섭을 일으킨다.

$$\text{경로차} \Rightarrow 2n_1 t = \left(m + \frac{1}{2}\right)\lambda$$

박막의 최소 두께는 m=0 일 때 이다.

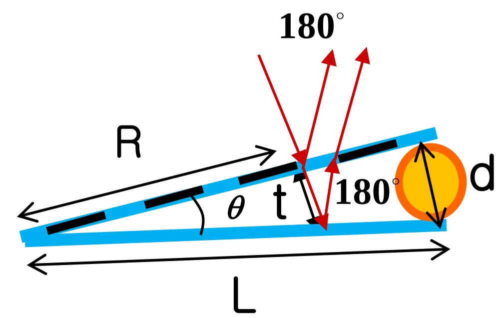
$$\therefore t = \frac{\lambda}{4n_1} = \frac{6.00\times10^{-7}\,m}{4\times(1.50)} = 1.00\times10^{-7}\,m = 100nm$$

24-3 박막에서의 간섭　　2014 기출 6번

연습 24-10. 폭이 20.0 mm 인 두 개의 슬라이드 글래스를 겹쳐 놓고 한쪽 끝에는 두 유리 사이에 직경이 0.0500 mm 인 머리카락을 끼워 놓았다. 파장이 630 nm 인 빛이 유리판 수직으로 입사하면 간섭에 의해 간섭무늬가 생긴다. 간섭 무늬 사이의 간격을 구하라.

풀이

빛을 입사시키면 슬라이드 사이에 끼여 있는 머리카락 두께로 인하여 슬라이드의 위 판과 아래 판 사이의 경로차가 생겨서 반사광끼리 간섭하여 얼룩 무늬(보강과 상쇄간섭이 반복적으로 나타남)가 슬라이드에 나타난다.



두께 t 는 호의 길이로 R θ 이고 각 θ 는 일정한 값이지만 R 의 위치에 따라 변한다.

$$t = R\theta = R\frac{d}{L} \Leftarrow (d = L\theta)$$

$L = 2.00 \times 10^{-2}(m)$ (슬라이드의 폭)　$d = 5.00 \times 10^{-6}(m)$ (머리카락의 직경)

아래 쪽의 슬라이드에서 반사되는 빛은 위상이 180도 이므로 위판에서 반사되는 파(180도 위상)와 보강 간섭이 일어나려면 경로차의 정수배가 되어야 한다.(슬라이드의 두께는 무시한다.)

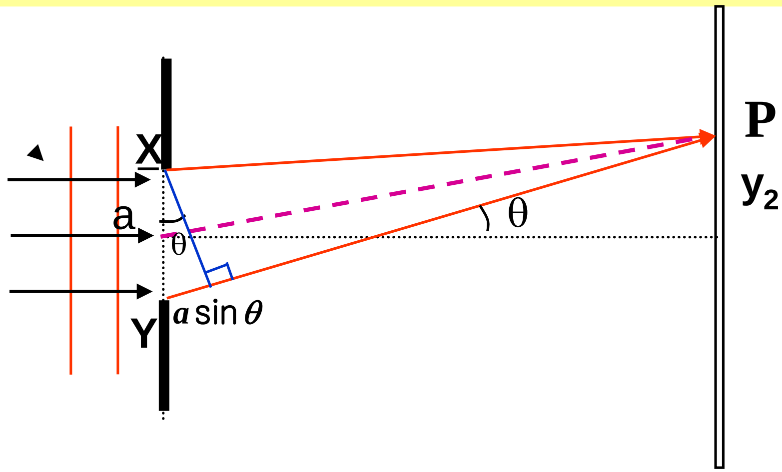
보강간섭 조건 :

경로차 $2t = m\lambda \Rightarrow \frac{2Rd}{L} = m\lambda \Rightarrow R = \frac{mL\lambda}{2d}$

밝은(보강) 무늬 사이의 간격 :

$$\Delta R = R_{m+1} - R_m = \frac{L\lambda}{2d} = \frac{(2.00 \times 10^{-2}) \times (6.30 \times 10^{-7})}{2 \times (5.00 \times 10^{-6})} = 1.26 \times 10^{-4}(m) = 0.126(mm)$$

연습 24-13. 다음 그림은 단일 슬릿에 입사하는 평행 광을 나타낸 것이다. 점 P 에서 두 번째 극소가 나타났다면 두 광의 경로차 PX-PY 는 파장의 몇 배 인가?



풀이 단일간섭에서는 어두운 무늬 위치가 나타나려면 경로차가 파장의 정수배가 되어야 한다.

$$a\sin\theta = m\lambda \;\Rightarrow\; \text{극소값(상쇄간섭)}$$

P 점이 두 번째 극소값 (어두운 무늬)이므로 m = 2 이다.

$$\text{경로차}: PX - PY = a\sin\theta = m\lambda\Big|_{m=2} = 2\lambda$$

따라서 경로차 *PX- PY* (*a sinθ*) 는 파장의 2 배와 같다

24-4 빛의 회절 (예제 24-4 과 유사) **기출 2007년 7번,**

[기출문제] 틈 폭이 a 인 단일 슬릿에 파장이 λ 인 빛을 비출 때, 첫 번째 어두운 무늬가 생기는 위치의 각도 θ 구하시오.

풀이 단일간섭에서는 어두운 무늬 위치가 나타나려면 경로차가 파장의 정수배가 되어야 한다.

$$a\sin\theta = m\lambda \;\Rightarrow\; \text{극소값(상쇄간섭)}$$

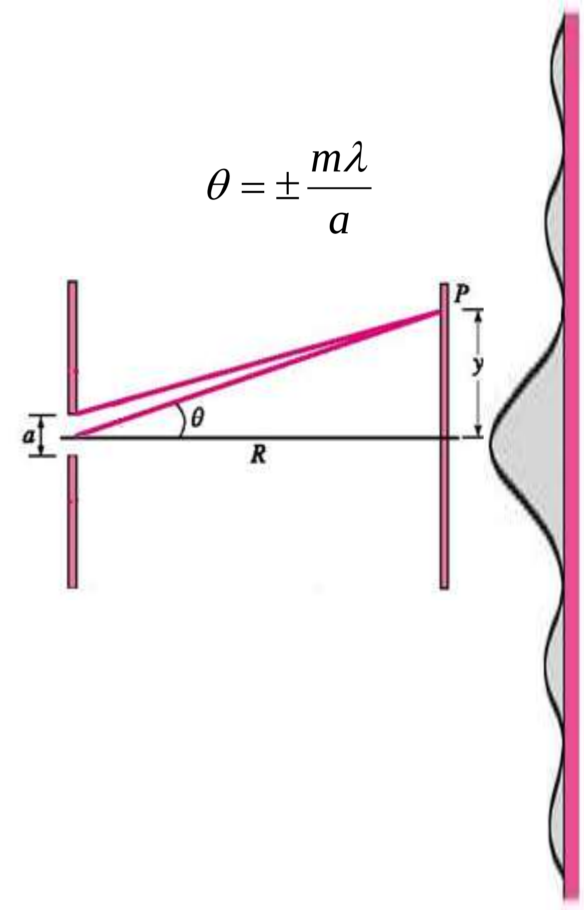
$$\sin\theta \cong \theta = \frac{m\lambda}{a} \;\Rightarrow\; \text{극소값(상쇄간섭)}$$

- m 번째 어두운 무늬의 각도: $\theta = \dfrac{m\lambda}{a}$

- 첫 번째 어두운 무늬의 각도:

$$\therefore \theta = \frac{\lambda}{a}$$

$$\theta = \pm\frac{m\lambda}{a}$$

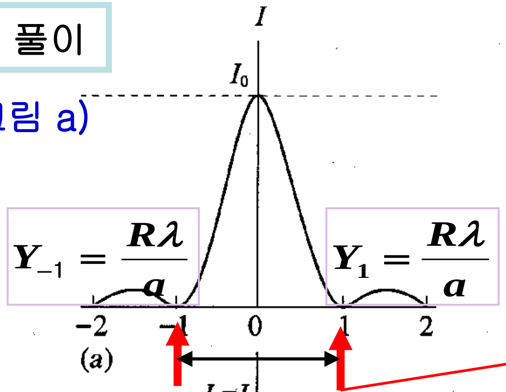


24-4 빛의 회절

연습 24-14. 슬릿 크기가 a (= 0.0200 mm) 이고 간격이 d (=0.0500 mm) 인 이중 슬릿에 단일 파장 의 빛이 입사하는 경우 중앙회절 무늬 안에 들어가는 간섭 무늬의 수는 ?

풀이

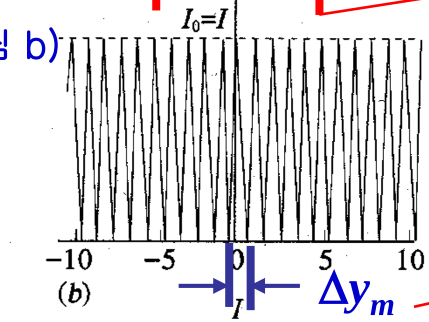
(그림 a)



단일 슬릿의 슬릿 크기에 의해 회절하는 경우 그림 (a) 에서 스크린 중앙에서 극소점까지 거리는 Y_1 이고 Y= 0 의 원점 양쪽에 2개 있으므로 중앙회절 무늬의 폭은 $2Y_1$ 이다.

$$2\Delta Y_1 = \frac{2R\lambda}{a}$$

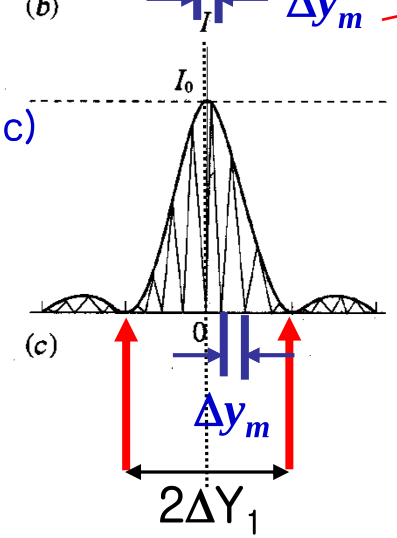
(그림 b)



이중 슬릿의 경우 무늬 사이의 거리는

$$\Delta y_m = \frac{R\lambda}{d}$$

(그림 c)

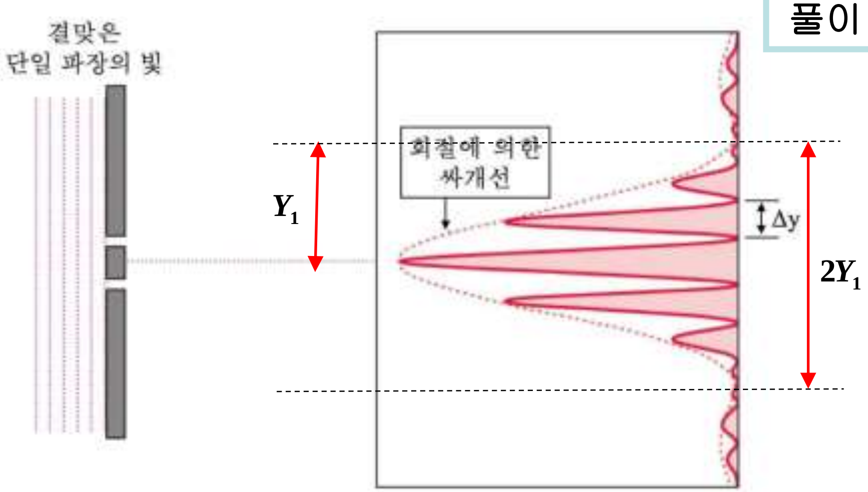


중앙 회절무늬(싸개선)내에 있는 간섭무늬의 수는 중앙 회절무늬의 폭을 간섭무늬의 폭으로 나누면 된다.

$$n = \frac{2\Delta Y_m}{\Delta y_m} = \frac{\left(\frac{2R\lambda}{a}\right)}{\left(\frac{R\lambda}{d}\right)} = \frac{2d}{a} = \frac{2\times 0.0500}{0.0200} = 5(\text{개})$$

24-4 빛의 회절 (연습 24-14와 유사) 2016년 기출 9번,

[기출문제] 슬릿 사이의 간격이 0.07 mm 인 이중슬릿에 파장이 700nm 인 빛을 입사시켰을 때 , 슬릿에서 1 m 떨어진 곳에 위치한 스크린에 그림과 같이 간섭 무늬와 회절무늬가 함께 나타난다. 그림과 같이 중앙의 회절무늬 안에 7 개의 밝은 간섭 무늬가 존재한다면 슬릿의 폭은 얼마인가?(단위 포함)



풀이

스크린 상에 나타난 스크린 중심에서 부터 처음 어두운 무늬 위치까지의 거리 Y_1 이라 할 때 중앙회절무늬 싸개선의 전체 너비는 2 Y_1 이며, 이것을 싸개선 내부의 이중 슬릿 간섭무늬 간격으로 나누면 밝은 무늬의 개수가 된다. 이 식으로 부터 슬릿의 폭을 구할 수 있다.

$$n = \frac{2Y_1}{\Delta y} \frac{\left(\frac{2R\lambda}{a}\right)}{\left(\frac{R\lambda}{d}\right)} = \frac{2d}{a} = 7$$

단일 슬릿의 회절의 경우 회절 슬릿의 폭이 a 일 때 첫 번째 어두운 무늬까지의 거리

$$\boxed{Y_1 = \frac{R\lambda}{a}}$$

이중 슬릿의 경우 무늬 사이의 거리Δy

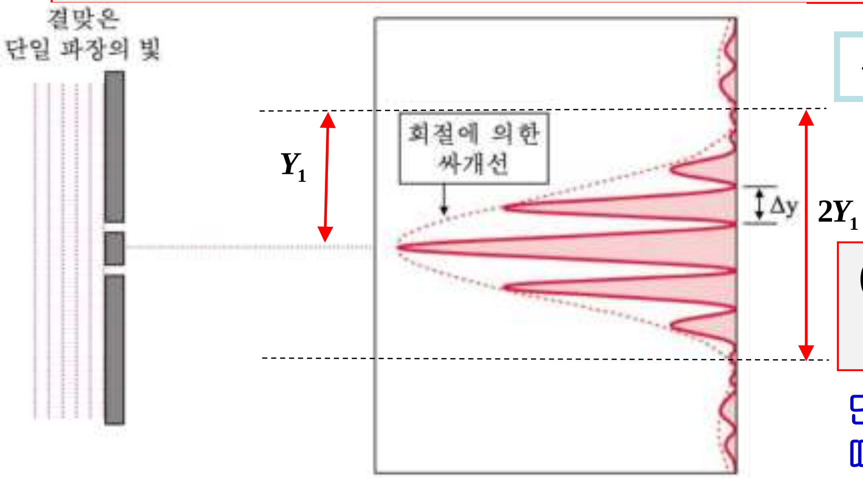
$$\boxed{\Delta y = \frac{R\lambda}{d}}$$

$$\therefore a = \frac{2}{7}d = \frac{2\times(0.07)}{7} = 0.02(mm)$$

24-4 빛의 회절 (연습 24-14와 유사) **기출 2017년 7번, 기출 2015년 주관식 2번,**

[기출문제] 그림과 같이 슬릿 사이의 간격이 0.07 mm 인 이중 슬릿이 있다. 이 이중 슬릿에 파장이 700nm 인 빛을 입사시켰을 때 , 슬릿에서 1 m 떨어진 곳에 위치한 스크린에 그림과 같이 간섭 무늬와 회절무늬가 함께 나타난다.

(가) 스크린에 나타나는 간섭 무늬 사이의 간격 Δy 를 구하시오.



풀이

이중 슬릿의 경우 무늬 사이의 거리Δy

$$\Delta y = \frac{R\lambda}{d} = \frac{(1)\cdot(7\times10^{-7})}{7\times10^{-5}} = 10^{-2}(m) = 1cm$$

(나) 그림과 같이 중앙의 회절무늬 안에 7 개의 밝은 간섭 무늬가 존재한다면 슬릿의 폭은 얼마인가?

단일 슬릿의 회절의 경우 회절 슬릿의 폭이 a 일 때 첫 번째 어두운 무늬까지의 거리; $Y_1 = \frac{R\lambda}{a}$

스크린 상에 나타난 스크린 중심에서 부터 처음 어두운 무늬 위치까지의 거리 Y_1 이라 할 때 중앙 회절무늬 싸개선의 전체 너비는 2 Y_1 이며, 이것을 싸개선 내부의 이중 슬릿 간섭무늬 간격으로 나누면 밝은 무늬의 개수가 된다. 이 식으로 부터 슬릿의 폭을 구할 수 있다.

$$n = \frac{2Y_1}{\Delta y} = \frac{\left(\frac{2R\lambda}{a}\right)}{\left(\frac{R\lambda}{d}\right)} = \frac{2d}{a} = 7 \qquad \therefore a = \frac{2}{7}d = \frac{2\times(0.07)}{7} = 0.02(mm)$$

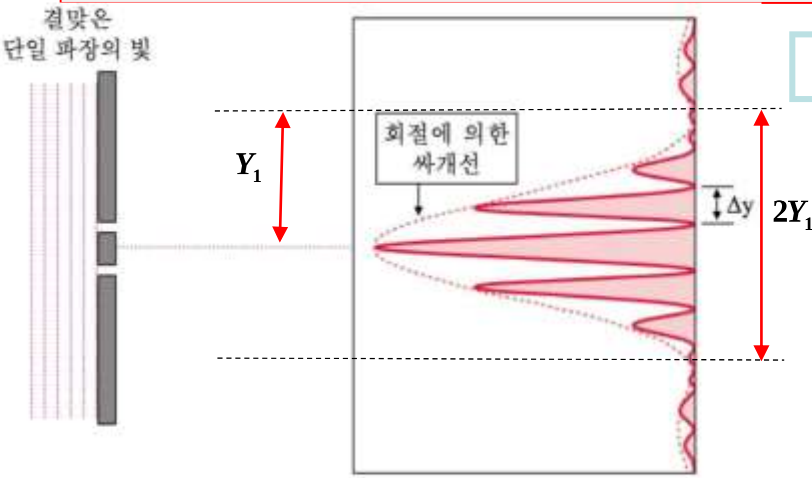
(다) 파장이 700nm 인 빛 대신 파장이 350 nm 인 빛을 입사시킨다고 하자. 이 때 중앙의 밝은 회절 무늬 안의 간섭무늬 수를 구하시오.

중앙의 밝은 회절 무늬 수는 슬릿 사이의 간격과 슬릿의 폭에만 의존하고 빛의 파장과는 상관이 없다. 따라서 변함없이 7 개이다.

24-4 빛의 회절 (연습 24-14와 유사) 기출 2012년 주관식 2번,

[기출문제] 슬릿의 폭이 0.02 mm 이고 슬릿 사이의 간격이 0.15 mm 인 이중 슬릿이 있다. 파장이 600nm 인 빛을 이 이중 슬릿에 입사시켰을 때, 슬릿에서 2.0 m 떨어진 곳에 있는 스크린에 간섭 무늬와 회절 무늬가 함께 나타난다.

(가) 스크린에 나타나는 간섭 무늬 사이의 간격 Δy 를 구하시오.



풀이

이중 슬릿의 경우 밝은 무늬의 위치는

$$y_m = \frac{R_m\lambda}{d}$$

이므로 밝은 무늬 사이의 거리 Δy 는

$$\Delta y = y_m - y_{m-1} = \frac{R\lambda}{d} = \frac{2.0\times600\times10^{-9}}{0.15\times10^{-3}} = 8.0\times10^{-3}(m)$$

이다.

(나) 중앙의 밝은 회절 무늬 안 에 있는 밝은 간섭 무늬의 개수를 구하여라.

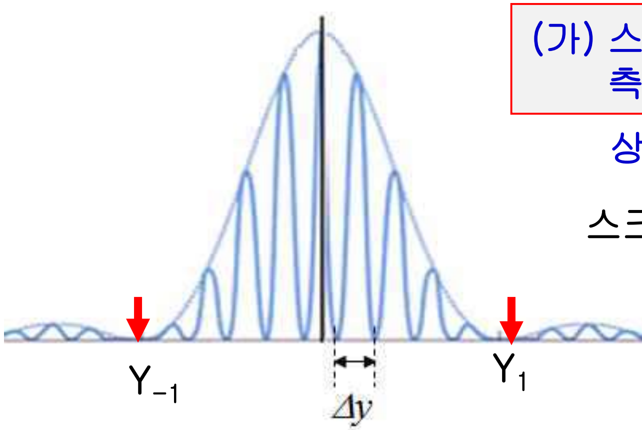
단일 슬릿의 회절의 경우 회절 슬릿의 폭이 a 일 때 첫 번째 어두운 무늬까지의 거리; $Y_1 = \frac{R\lambda}{a}$

스크린 상에 나타난 스크린 중심에서 부터 처음 어두운 무늬 위치까지의 거리 Y_1 이라 할 때 중앙 회절무의 싸개선의 전체 너비는 2 Y_1 이며, 이것을 싸개선 내부의 이중 슬릿 간섭무늬 간격으로 나누면 밝은 간섭무늬의 개수가 된다.

$$\therefore n = \frac{2Y_1}{\Delta y} = \frac{\left(\frac{2R\lambda}{a}\right)}{\left(\frac{R\lambda}{d}\right)} = \frac{2d}{a} = \frac{2\times\left(0.15\times10^{-3}\right)}{0.02\times10^{-3}} = 15(\text{개})$$

24-4 빛의 회절 (연습 24-14와 유사) **2013년 기출 주관식 1번**

[기출문제] 슬릿 사이의 간격이 0.12 mm 인 이중 슬릿이 있다. 이 이중 슬릿에 파장이 λ 인 레이저 광을 입사시켰을 때 슬릿에서 2.0 m 떨어진 곳에 있는 스크린에 아래 그림과 같이 간섭 무늬와 회절무늬가 함께 나타난다. 이 때 다음 질문에 답하여라.



(가) 스크린의 간섭무늬에서 어두운 무늬 사이의 간격 Δy= 0.8 cm 으로 측정되었다면 사용한 레이저의 파장 λ 는 얼마인가?

상쇄 간섭 조건 $d\sin\theta = (m + 1/2)\lambda \quad (m = 0, \pm 1, \pm 2, \ldots)$

스크린 상에서 m 번째 어두운 무늬까지의 거리 :

$$y_m^{dark} = R\tan\theta_m \approx R\theta_m \approx R\sin\theta_m \approx R\frac{(m+1/2)\lambda}{d}$$

어두운 무늬 사이의 간격 : $\Delta y = \dfrac{R\lambda}{d}$

레이저 광의 파장 : $\lambda = \dfrac{\Delta y \cdot d}{R} = \dfrac{(1.2\times10^{-2})\cdot(8.0\times10^{-3})}{2.0} = 4.8\times10^{-7}(m) = 480(nm)$

(나) 그림에서와 같이 중앙의 밝은 회절 무늬 안에 9 개의 밝은 간섭 무늬가 존재하였다면 슬릿의 폭은 얼마인가?

회절 무늬의 상쇄 간섭 조건 : $a\sin\theta = m\lambda \quad (m = 0, \pm 1, \pm 2, \ldots)$

스크린 상에서 첫 번째 어두운 무늬까지의 거리 $y_m^{dark} = R\dfrac{m\lambda}{a} \xrightarrow{m=1} R\dfrac{\lambda}{a}$

어두운 무늬는 양쪽에 있으므로 중앙회절 무늬의 크기는 $\dfrac{2R\lambda}{a}$ 이며 간섭무늬의 수는 중앙 회절무늬의 폭을 어두운 간섭무늬의 폭으로 나누면 된다.

$$n = \frac{2\Delta Y_1}{\Delta y_m} = \frac{\left(\dfrac{2R\lambda}{a}\right)}{\left(\dfrac{R\lambda}{d}\right)} = \frac{2d}{a}$$

이 식에서 회절무늬의 개수가 9 개이므로 슬릿의 폭은 다음과 같다.

$$a = \frac{2d}{n} = \frac{2\times(0.12)}{9} = \frac{(0.24)}{9} = \frac{(0.08)}{3} = 0.027(mm)$$