A 부분

A1. 회절 격자 공식에 따라

$h \sin \varphi = m\lambda$, 여기서 $m = 1$ 이므로

$$h \sin \varphi = \lambda$$

A2.

$\varphi, ^\circ$	$\theta, ^\circ$
35	61,5
36	55,5
37	49,5
38	45
39	39
40	35
41	31,5
42	25
43	18,5

A3. 문제의 브래그–스넬 법칙 (2)를 쓰면

$$2D\sqrt{n^2 - \sin^2 \theta} = m\lambda$$

그리고 (1s)로부터 다음을 얻는다.

$$2D\sqrt{n^2 - \sin^2 \theta} = h \sin \varphi$$

$$n^2 - \sin^2 \theta = \left(\frac{h}{2D}\right)^2 \sin^2 \varphi$$

$$\sin^2 \theta = n^2 - \left(\frac{h}{2D}\right)^2 \sin^2 \varphi$$

$$n = \sqrt{Intercept},$$

여기서 절편은 그림 1에서 얻는다.

$$D = \frac{h}{2\sqrt{|Slope|}},$$

여기서 기울기는 그림 1에서 얻는다.

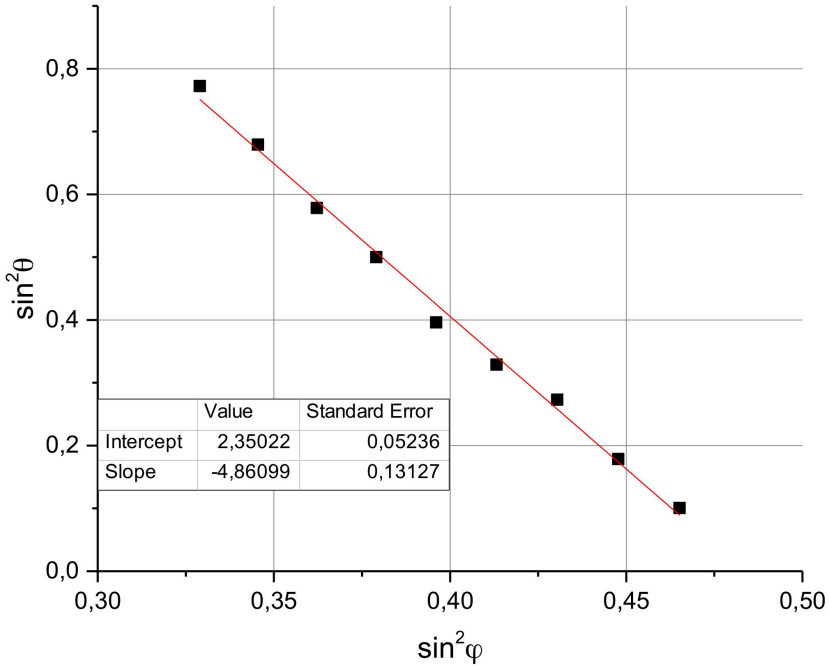


그림 1

A4. 그림 1에서 기울기와 절편을 (4s), (5s)에 넣으면 다음을 얻는다.

$$n_X = 1.53$$

$$D_X = 227\ nm$$

B 부분

B1. 최소는 빨강 영역에서만 관측되므로 파장 $\lambda = 650\ nm$ 인 빨강 레이저를 쓴다.

B2–B3.

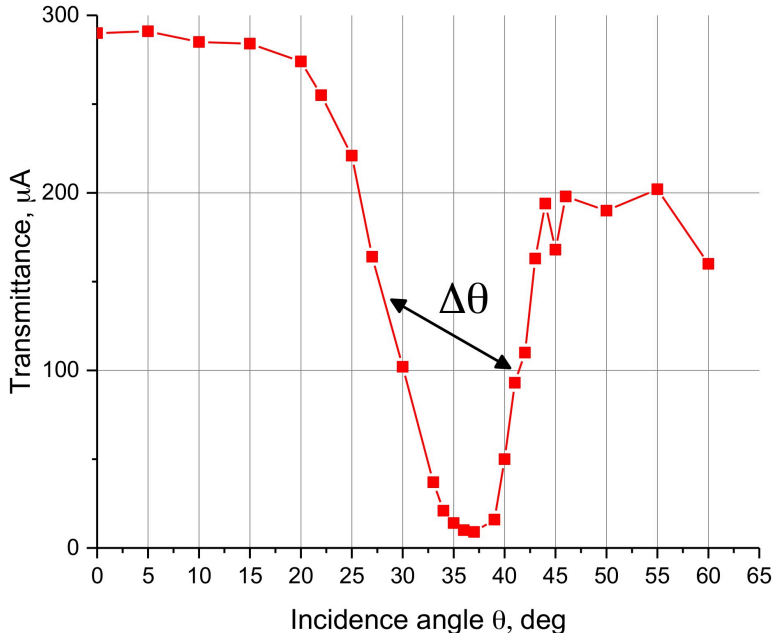


그림 2

B4. 그림 2로부터 최소가 $\theta_1 = 37^o$ 에서 너비 $\Delta\theta_1 = 14^o$ 로 나타남을 알 수 있다.

B5. (2s)를 쓰면

$$2D\sqrt{n^2 - \sin^2\theta_1} = m\lambda;$$

수직 파장에 대해서는 다음과 같이 쓸 수 있다.

$$2Dn = m\lambda_X;$$

$$\lambda_X = \frac{\lambda n}{\sqrt{n^2 - \sin^2\theta_1}} = 707\ nm.$$

B6. (6s)를 쓰면 다음을 얻는다.

$\theta_{min} = 27^o \Rightarrow \lambda_{min} = 683\ nm$

$\theta_{max} = 41^o \Rightarrow \lambda_{max} = 719\ nm$

$\Delta\lambda = \lambda_{max} - \lambda_{min} = 36\ nm$

$$\Delta n = \frac{\pi}{2} n \frac{\Delta\lambda}{\lambda} = 0.12$$

B7. 젖은 시료의 최소는 $\theta_2 = 51^o$ 에 있다.

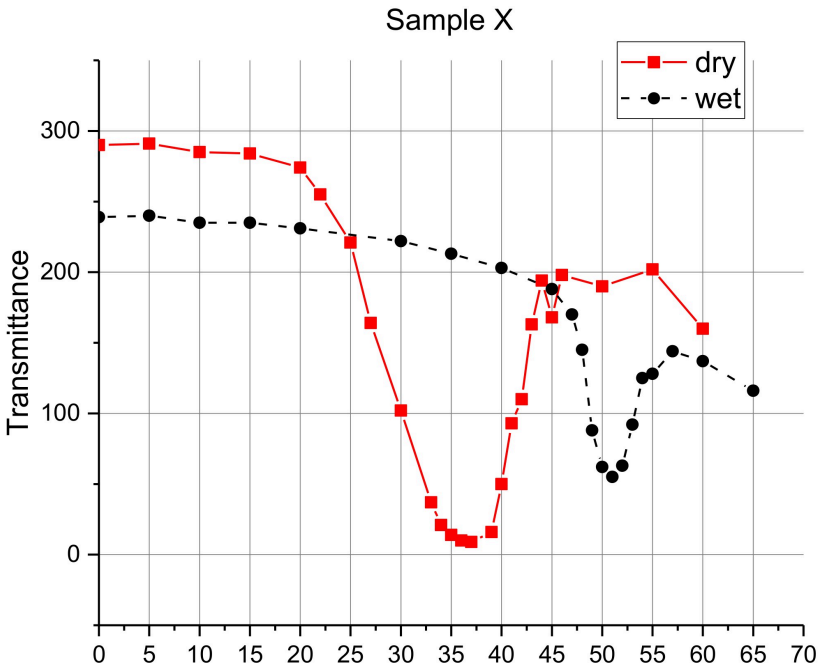


그림 3

B8. n_{wet} 과 n_{dry} 에 대해 (2s)를 쓰면 다음을 얻을 수 있다.

$$2D\sqrt{n_{dry}^2 - \sin^2\theta_1} = \lambda$$

$$2D\sqrt{n_{wet}^2 - \sin^2\theta_2} = \lambda$$

문제의 (4)와 (5)를 쓰면 다음을 구할 수 있다.

$$\frac{7}{9}p = n_{wet}^2 - n_{dry}^2 = \sin^2\theta_2 - \sin^2\theta_1$$

$$p = 0.31$$

$$n_{AAO} = \sqrt{\frac{n^2 - p}{1 - p}} = 1.72$$

B9. $\Delta n = 0.12$ 와 $p = 0.31$ 을 쓰면 다음을 얻는다.

$$n_1 = n + \frac{\Delta n}{2} = 1.59$$

$$n_2 = n - \frac{\Delta n}{2} = 1.47$$

식 (4)로부터

$$p_1 = \frac{n_{AAO}^2 - n_1^2}{n_{AAO}^2 - 1} = 0.22$$

$$p_2 = \frac{n_{AAO}^2 - n_2^2}{n_{AAO}^2 - 1} = 0.41$$

C 부분

C1. 수직 입사($\theta = 0$)에서 각 $\varphi_1 = 43^\circ$, $\varphi_1 = 35^\circ$, $\varphi_1 = 29^\circ$ 에서 세 개의 최소를 관측할 수 있으므로 $\lambda_1^{sp} = 682\ nm$, $\lambda_2^{sp} = 574\ nm$, $\lambda_3^{sp} = 485\ nm$ 이다.

C2.

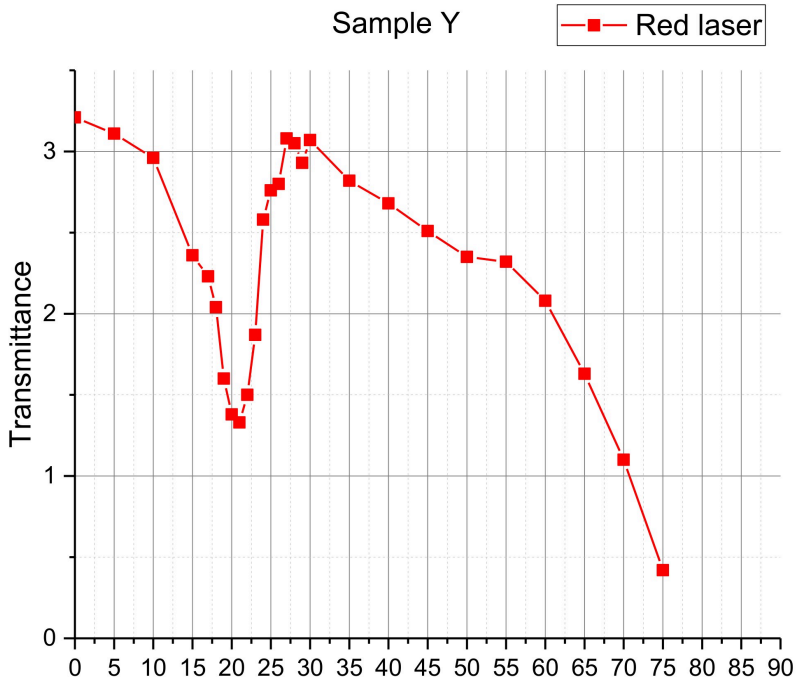


그림 4

C3.

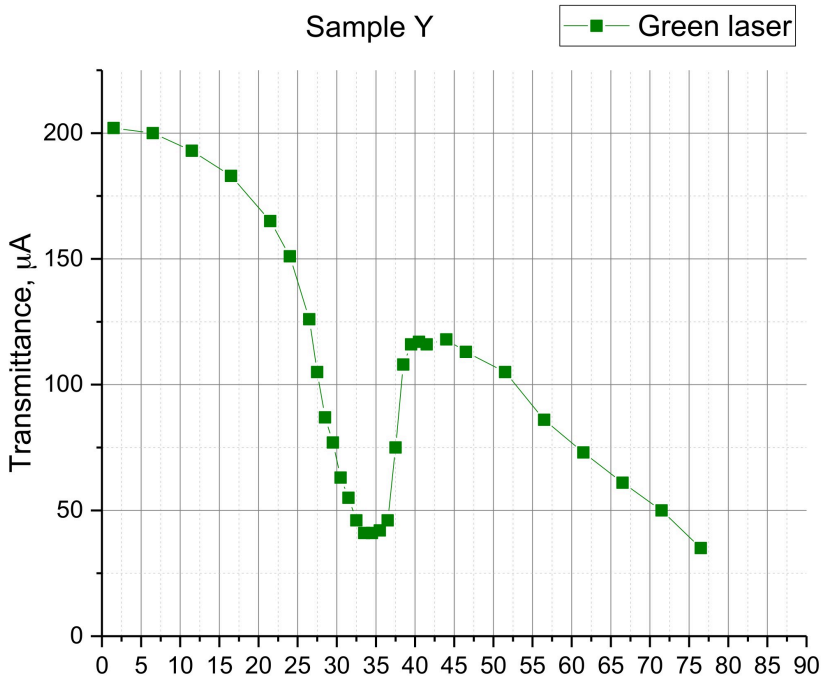

Sample Y
Green laser
Transmittance, μA
0
50
100
150
200
0 5 10 15 20 25 30 35 40 45 50 55 60 65 70 75 80 85 90

그림 5

C4.

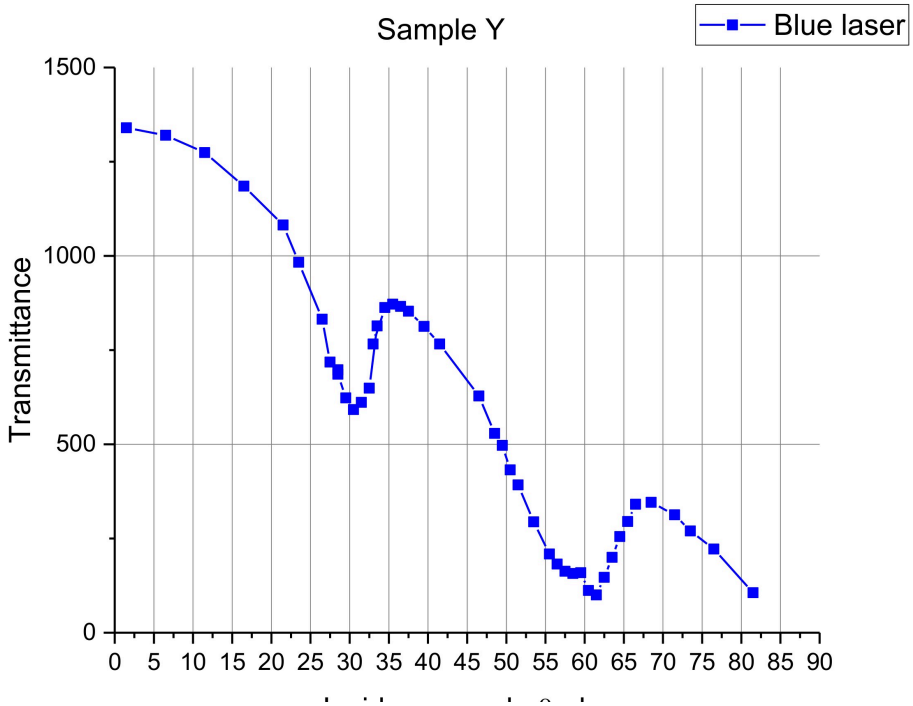

Sample Y
Blue laser
Transmittance
0
500
1000
1500
0 5 10 15 20 25 30 35 40 45 50 55 60 65 70 75 80 85 90

그림 6

C5. (6s)를 써서 임의의 차수 $m' = m + const$ 에 대한 수직 파장을 계산한다.

$$\lambda_Y = \frac{\lambda n}{\sqrt{n^2 - \sin^2\theta_1}}$$

λ, nm	$\theta,\ deg$	$\lambda_Y,\ nm$	m'
659	21	678	1
530	34	569	2
400	57	478	3
400	30	423	4

C6. (2s)에 따르면 의존 관계 $m'\left(\frac{1}{\lambda}\right)$ 는 선형이어야 한다.

$$2Dn = (m' - const)\lambda$$

$$m' = \frac{2Dn}{\lambda} + const$$

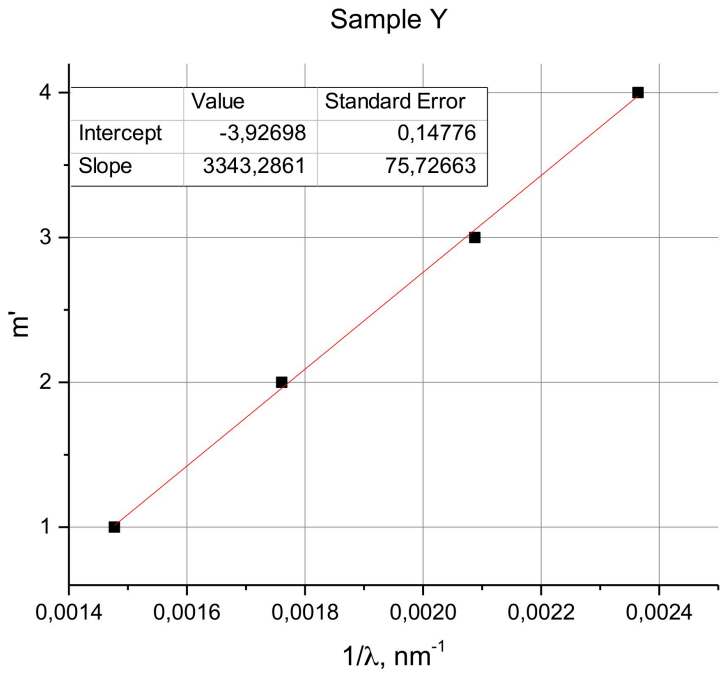


그림 7

$$m = m' - Intercept,$$

여기서 절편은 그림 7에서 얻는다.

$$Intercept \simeq -4$$

λ, nm	m

677	5
568	6
479	7
423	8

C7.

$$D_Y = \frac{Slope}{2n}$$

여기서 기울기는 그림 7에서 얻는다.

$$D_Y = 1080\ nm$$

C8. I_1 을 최소의 왼쪽과 오른쪽 세기의 반합, I_2 를 최소에서의 세기라고 하자. 투과율은 $t = \frac{I_2}{I_1}$ 이다.

λ, nm	t
677	0.42
568	0.29
479	0.22
423	0.63

D 부분

D1. 최대 6개의 극대를 찾을 수 있다.

$\lambda_Z,\ nm$
808
696
611
499
462
402

D2. (2s)에 따르면 의존 관계 $m'\left(\frac{1}{\lambda}\right)$ 는 선형이어야 한다.

$$2Dn = (m' - const)\lambda$$

$$m' = \frac{2Dn}{\lambda} + const$$

보이는 최소에 대해 $m' = 1, 2, 3, 5, 6, 8$ 로 잡으면 의존 관계 $m'\left(\frac{1}{\lambda}\right)$ 가 선형이 된다(그림 8 참조).

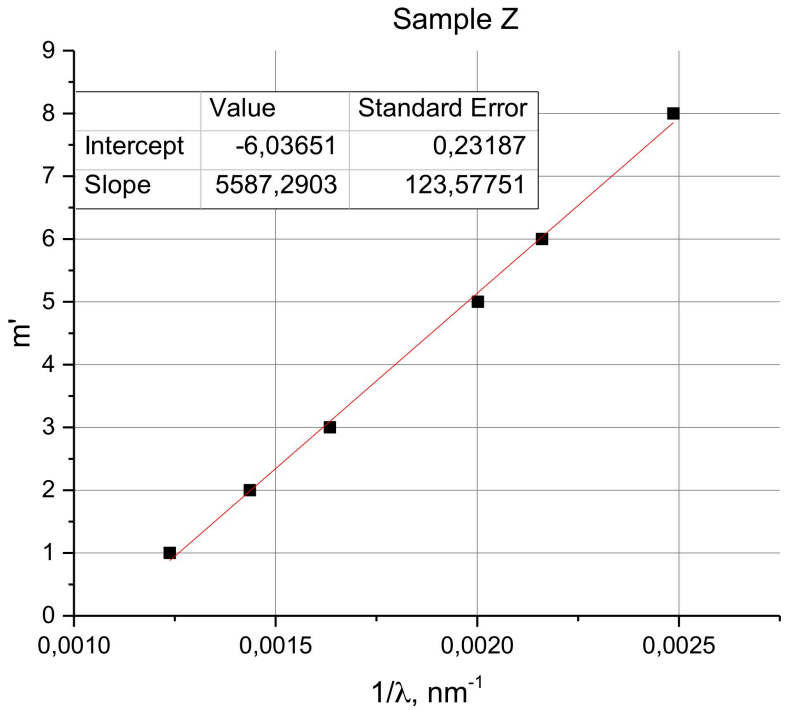


그림 8

$$m = m' - Intercept$$

그림 8로부터 $Intercept = -6$ 이다.

$$m = m' + 6$$

$\lambda_Z,\ nm$	m'	m
808	1	7
696	2	8
611	3	9
499	5	11
462	6	12
402	8	14

D3.

$$D_Z = \frac{Slope}{2n},$$

여기서 기울기는 그림 8에서 얻는다.

$$D_Z = 1802\ nm$$

D4.

$$m = \frac{Slope}{\lambda} \Rightarrow \lambda = \frac{Slope}{m}$$

사라진 최소는 차수 m =10과 13에 대응한다.

m	$\lambda_Z\ nm$
10	559
13	430

E 부분

E1. 시료 Y는 가운데 두 투과 최소가 바깥쪽 두 투과 최소보다 깊다는 특징으로 알아볼 수 있다. 따라서 ***n-6*** 이다.

E2. 시료 Z에서는 $m = 10$ 과 $m = 13$ 이 사라졌고 $m = 8, 9, 11, 12$ 는 사라지지 않았다. 따라서 ***hi5-5*** 이다.