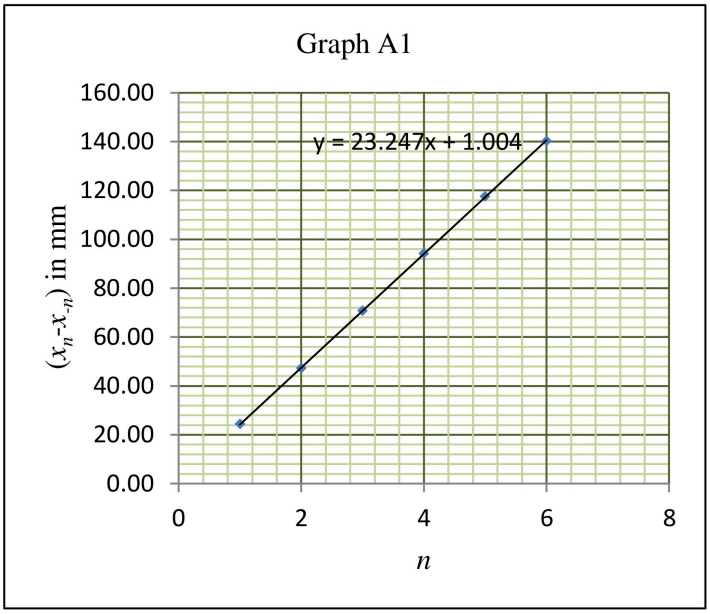
나선 구조에 의한 회절[1]

파트 A: 나선형 용수철의 기하학적 매개변수 결정

<table>
<tr><th>과제</th><th>설명</th><th>배점</th></tr>
<tr><td>A1</td><td>파트 A에 첨부한 무늬 표시 용지 수: 2, 이름: P1, P2 (무늬는 6쪽)</td><td>0.7</td></tr>
<tr><td>A2</td><td>표 A1: 무늬 P1의 관측값
<table>
<tr><th>번호</th><th>차수 (n)</th><th>$(x_n - x_{-n})$ / mm</th></tr>
<tr><td>1</td><td>1</td><td>24.40</td></tr>
<tr><td>2</td><td>2</td><td>47.24</td></tr>
<tr><td>3</td><td>3</td><td>70.69</td></tr>
<tr><td>4</td><td>4</td><td>94.08</td></tr>
<tr><td>5</td><td>5</td><td>117.53</td></tr>
<tr><td>6</td><td>6</td><td>140.28</td></tr>
</table></td><td>0.5</td></tr>
<tr><td>A3</td><td>

a_1을 결정하기 위한 그래프 A1: n 대 $(x_n - x_{-n})$
그래프 A1의 기울기 = 23.25 mm
a_1의 계산:
$a_1 = 2 \times \lambda \times \frac{D}{\text{기울기}} = 2 \times \lambda \times \frac{2770}{23.25}$
$a_1 = 0.151$ mm</td><td>0.7</td></tr>
</table>

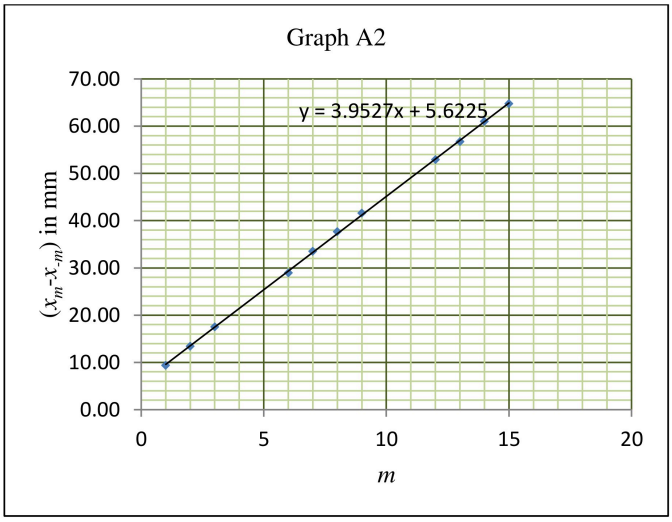
A4

표 A2: 무늬 P1의 관측값

번호	m	$(x_m - x_{-m})$ / mm
1	1	9.39
2	2	13.43
3	3	17.53
4	6	28.98
5	7	33.53
6	8	37.66
7	9	41.61
8	12	52.93
9	13	56.76
10	14	61.03
11	15	64.74

0.8

A5



d_1을 결정하기 위한 그래프 A2: m 대 $(x_m - x_{-m})$

그래프 A2의 기울기 = 3.95 mm

d_1의 계산:

$$d_1 = 2 \times \lambda \times \frac{D}{\text{기울기}} = 2 \times 0.000635 \times \frac{2770}{3.95}$$

$$d_1 = 0.89 \text{ mm}$$

0.6

A6

$\alpha_1 = 10.96^\circ$

0.2

A7

P를 d_1과 α_1로 나타낸 식:

$$P = \frac{d_1}{\cos\alpha_1} = \frac{0.89}{\cos 10.96}$$

$$P = 0.91 \text{ mm}$$

0.2

A8

R을 P와 α_1로 나타낸 식:

$$\tan\alpha_1 = \frac{P}{2\pi R}$$

$$R = \frac{P}{2 \times \pi \times \tan\alpha_1} = \frac{0.91}{2 \times \pi \times \tan 10.96}$$

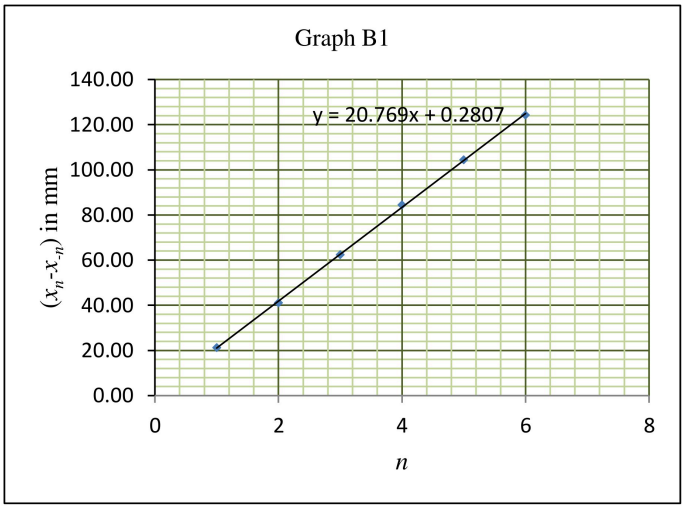
$$R = 0.75 \text{ mm}$$

0.2

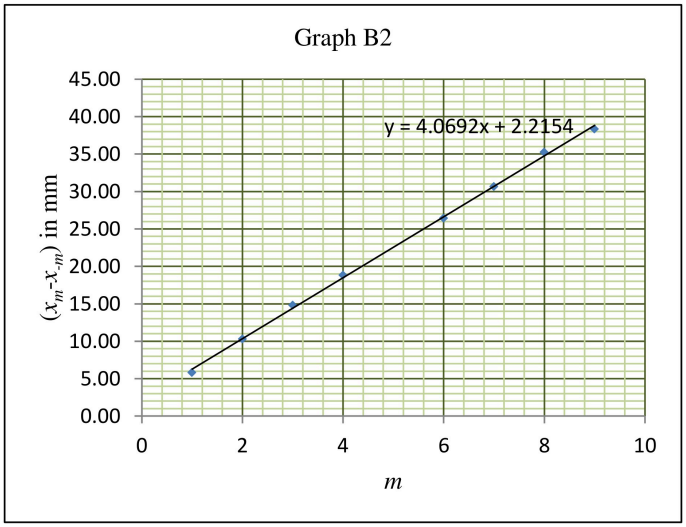
합계 **3.9**

[1] *Praveen Pathak(HBCSE-TIFR, 뭄바이), Charudatt Kadolkar(IIT, 구와하티), Manish Kapoor(Christ Church College, 칸푸르)가 이 문제의 주 저자이다. 학술위원회, 학술개발그룹, 국제위원회의 기여에 감사드린다.*

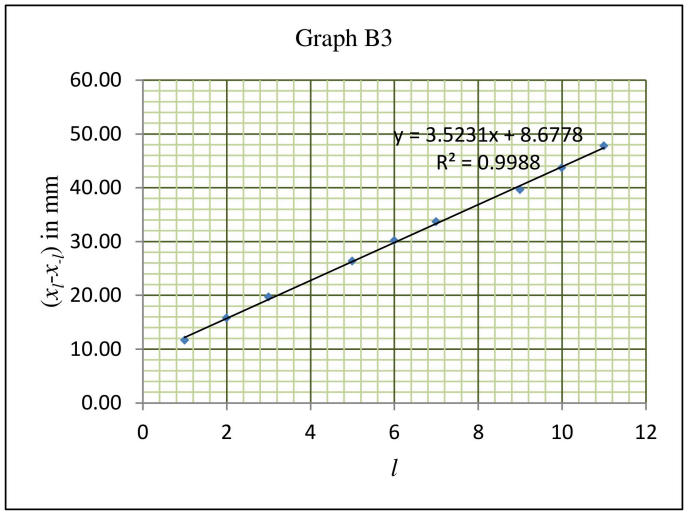
파트 B: 이중 나선 모양 무늬의 기하학적 매개변수 결정

<table>
<tr><th>과제</th><th>설명</th><th>배점</th></tr>
<tr><td>B1</td><td>첨부한 무늬 표시 용지 수: 2, 이름: P3, P4 (무늬는 6쪽)</td><td>1.1</td></tr>
<tr><td>B2</td><td>표 B1: 무늬 P3의 관측값
<table>
<tr><th>번호</th><th>차수 (n)</th><th>$(x_n - x_{-n})$ / mm</th></tr>
<tr><td>1</td><td>1</td><td>21.24</td></tr>
<tr><td>2</td><td>2</td><td>41.12</td></tr>
<tr><td>3</td><td>3</td><td>62.41</td></tr>
<tr><td>4</td><td>4</td><td>84.40</td></tr>
<tr><td>5</td><td>5</td><td>104.41</td></tr>
<tr><td>6</td><td>6</td><td>124.25</td></tr>
</table></td><td>0.5</td></tr>
<tr><td>B3</td><td>

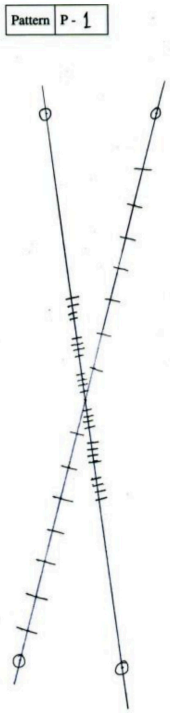
a_2를 결정하기 위한 그래프 B1: n 대 $(x_n - x_{-n})$
그래프 B1의 기울기 = 20.8 mm
a_2의 계산: $a_2 = 2 \times \lambda \times \frac{D}{\text{기울기}} = 2 \times 0.000635 \times \frac{795}{20.8}$
$a_2 = 0.049$ mm</td><td>0.5</td></tr>
<tr><td>B4</td><td>표 B2: 무늬 P3의 관측값
<table>
<tr><th>번호</th><th>m</th><th>$(x_m - x_{-m})$ / mm</th></tr>
<tr><td>1</td><td>1</td><td>5.84</td></tr>
<tr><td>2</td><td>2</td><td>10.29</td></tr>
<tr><td>3</td><td>3</td><td>14.83</td></tr>
<tr><td>4</td><td>4</td><td>18.84</td></tr>
<tr><td>5</td><td>6</td><td>26.44</td></tr>
<tr><td>6</td><td>7</td><td>30.65</td></tr>
<tr><td>7</td><td>8</td><td>35.26</td></tr>
<tr><td>8</td><td>9</td><td>38.34</td></tr>
</table></td><td>1.2</td></tr>
</table>

<table>
<tr>
<td>B5</td>
<td>


s를 결정하기 위한 그래프 B2: m 대 $(x_m - x_{-m})$
그래프 B2의 기울기 = 4.07 mm
s의 계산: $s = 2 \times \lambda \times \dfrac{D}{\text{기울기}} = 2 \times 0.000635 \times \dfrac{795}{4.07}$
$s = 0.248$ mm
</td>
<td>0.5</td>
</tr>
<tr>
<td>B6</td>
<td>
표 B3: 무늬 P4의 관측값
<table>
<tr><th>번호</th><th>차수 (l)</th><th>$(x_l - x_{-l})$ / mm</th></tr>
<tr><td>1</td><td>1</td><td>11.64</td></tr>
<tr><td>2</td><td>2</td><td>15.77</td></tr>
<tr><td>3</td><td>3</td><td>19.71</td></tr>
<tr><td>4</td><td>5</td><td>26.33</td></tr>
<tr><td>5</td><td>6</td><td>30.14</td></tr>
<tr><td>6</td><td>7</td><td>33.69</td></tr>
<tr><td>7</td><td>9</td><td>39.62</td></tr>
<tr><td>8</td><td>10</td><td>43.70</td></tr>
<tr><td>9</td><td>11</td><td>47.75</td></tr>
</table>
</td>
<td>1.6</td>
</tr>
</table>

B7	 d_2를 결정하기 위한 그래프 B3: l 대 $(x_l - x_{-l})$ 그래프 B3의 기울기 = 3.52 mm d_2의 계산: $d_2 = 2 \times \frac{\lambda \times D}{\text{기울기}} = 2 \times 0.000635 \times \frac{2770}{3.52}$ $d_2 = 1.00$ mm	**0.5**
B8	$\alpha_2 = 9.88^\circ$	**0.2**
	합계	**6.1**

파트 A의 참고문헌: G. Braun, D. Tierney and H. Schmitzer, Phys. Teach. **49**, 140 (2011).



무늬 P1 ($D = 2770$ mm)

$$\tan 2\alpha_1 = \frac{42.43}{105.40}$$
$$\alpha_1 = 10.96\,^\circ$$

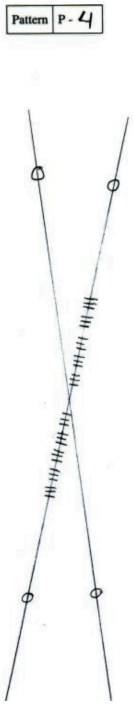


무늬 P2

$$\tan 2\alpha_2 = \frac{36.67}{102.04}$$
$$\alpha_2 = 9.88^\circ$$



무늬 P3 ($D = 795$ mm)



무늬 P4 ($D = 2770$ mm)