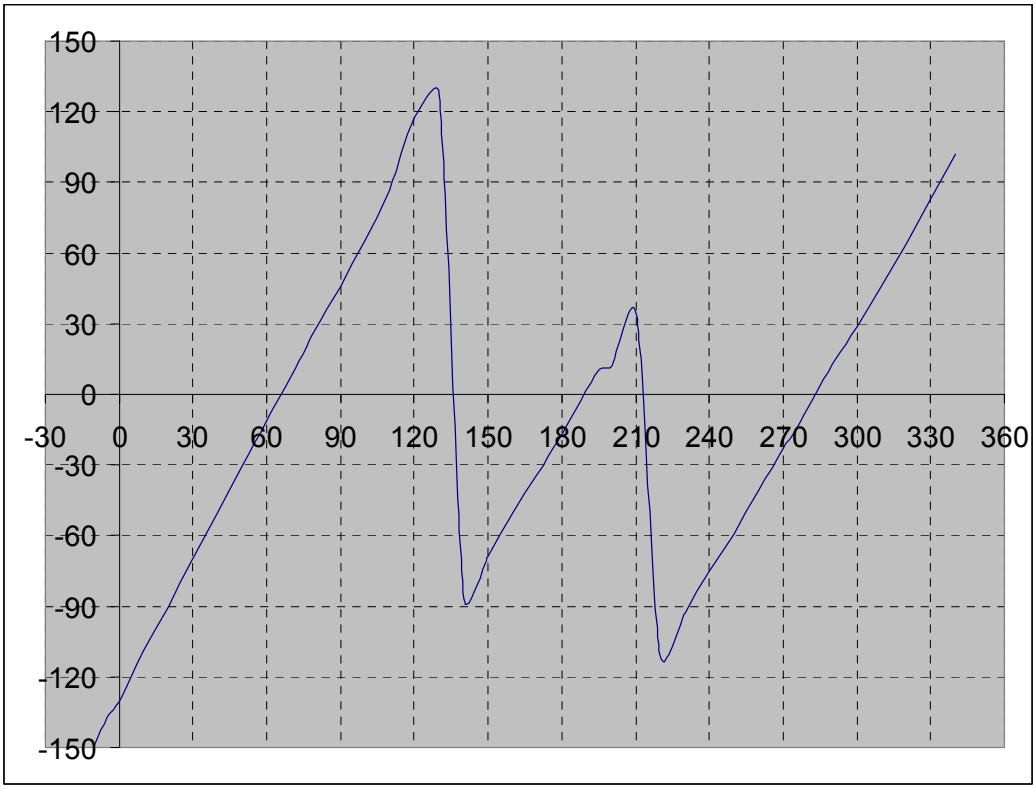
1. 반사로 모양 알아내기

모범 답안

바코드: B00110

물체 위치 (α^o)	반사 빛살 (β^o)	계산 반사 빛살 (β^o)
-10	211	-149
-5	223	-137
0	230	-130
10	251	-109
20	270	-90
30	290	-70
40	310	-50
50	330	-30
60	349	-11
75	17	17
80	28	28
90	46	46
100	65	65
110	87	87
120	117	117
130	128	128
140	273	-87
150	291	-69
160	310	-50
170	326	-34
180	343	-17
195	10	10
200	12	12
210	34	34
220	249	-111
230	267	-93
240	285	-75
250	301	-59
260	319	-41
270	337	-23
275	345	-15
290	13	13
300	29	29
310	46	46
320	64	64
330	83	83
340	102	102



함수: β(α)

그래프에는 도약이 3개 있다. 이것은 $\alpha = -10^{o}$, 140^{o}, 220^{o}에서 관찰된다. 반사각의 도약은 옆면이 바뀌어서 생기므로, 물체에는 옆면이 3개 있으며, 모든 옆면이 곧은 면이라면 그래프의 선들을 선형 회귀로 근사할 수 있다. 곧:

$$\beta = m\alpha + c$$

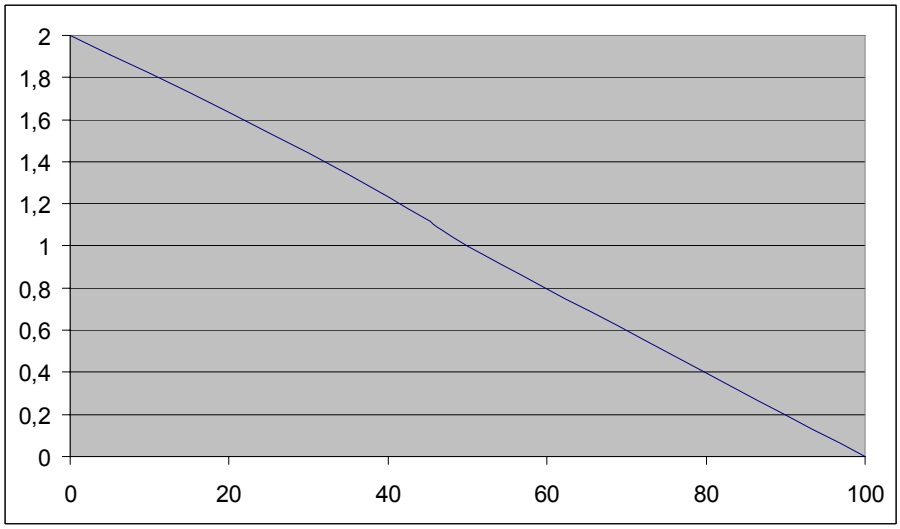
여기서: α = 물체의 위치각(^{o} 단위) 이고 β = 반사 빛살의 각(^{o} 단위)

구간 1 (−10에서 130): $\beta = 1.98\,\alpha + c1$ (A1)

구간 2 (140에서 210): $\beta = 1.73\,\alpha + c2$ (A2)

구간 3 (220에서 340): $\beta = 1.78\,\alpha + c3$ (A3)

회전축에서 옆면까지의 거리 r의 함수로 기울기 m을 구하려면, 모의 계산을 하여 그래프를 얻을 수 있으며 '작은' r에 대해:



함수: m(r)

$m = -0.02\, r + 2$ or $r = 100 - 50\, m$ (A4)

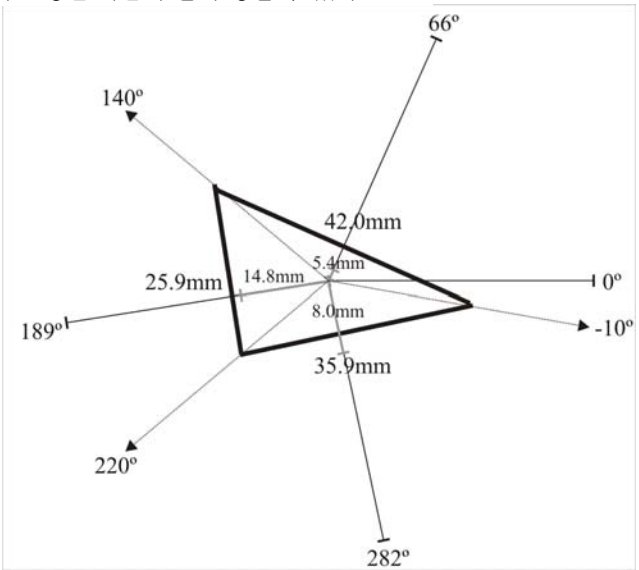
(A1)-(A3)에서 (A4)를 써서 세 옆면의 r을 구할 수 있다:

$r_1 = 100 - 50\,(1.98) = 1.5$ mm
$r_2 = 100 - 50\,(1.73) = 13.5$ mm
$r_3 = 100 - 50\,(1.78) = 11.0$ mm

각 옆면에 대해 반사각이 0°일 때의 물체 위치를 쓰면 더 정밀하게 그릴 수 있다. 각 구간의 각은:

$\alpha_1 = 66°$
$\alpha_2 = 189°$
$\alpha_3 = 282°$

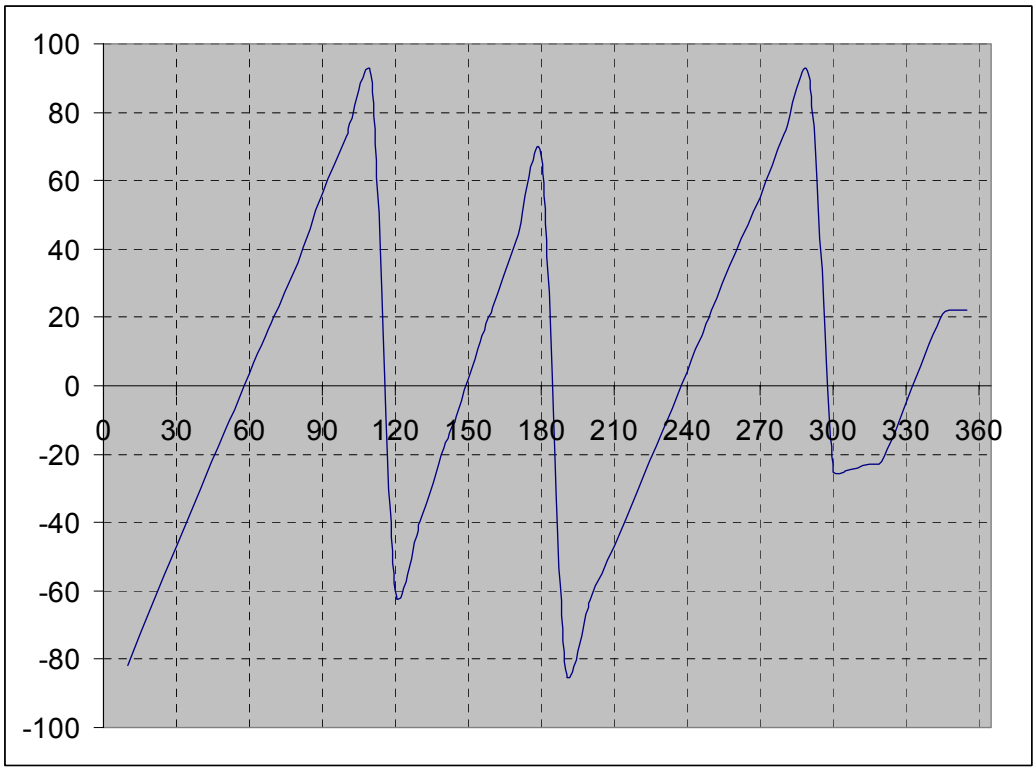
데이터로부터 물체의 모양은 다음과 같이 정할 수 있다:



실험 경연

바코드 : B01110

물체 위치 (α°)	반사 빛살 (β°)	계산 반사 빛살 (β°)
10	278	-82
20	296	-64
30	313	-47
40	330	-30
50	347	-13
65	12	12
70	20	20
80	36	36
90	56	56
100	73	73
110	91	91
120	300	-60
130	320	-40
140	342	-18
145	351	-9
155	13	13
160	23	23
170	43	43
180	67	67
190	277	-83
200	297	-63
210	313	-47
220	330	-30
230	347	-13
245	13	13
250	22	22
260	39	39
270	55	55
280	74	74
290	91	91
300	335	-25
305	335	-25
310	336	-24
315	337	-23
320	338	-22
345	21	21
350	22	22
355	22	22
360	23	23
365	23	23



함수: β(α)

그래프에는 도약이 5개 있다. 이것은 α = 10º, 120º, 190º, 300º, 345º에서 관찰할 수 있다. 반사각의 도약은 옆면이 바뀌어서 생기므로, 물체에는 옆면이 5개 있으며, 모든 옆면이 곧다면 선들을 선형 회귀로 근사할 수 있다. 곧:

$$\beta = m\,\alpha + c$$

여기서 α = 물체의 각 위치(º 단위) 이고 β = 반사 빛살의 각(º 단위)

구간 1 (10에서 110): $\beta = 1.56\,\alpha + c1$ (B1)

구간 2 (120에서 180): $\beta = 2.12\,\alpha + c2$ (B2)

구간 3 (190에서 290): $\beta = 1.64\,\alpha + c3$ (B3)

구간 4 (190에서 290): $\beta = 0.15\,\alpha + c3$ (B4)

구간 5 (190에서 290): $\beta = 0.10\,\alpha + c3$ (B5)

(B1)-(B3)과 (A4)에서 다섯 옆면의 r을 구할 수 있다:

$r_1 = 100 - 50\,(1.56) = 22.0$ mm
$r_2 = 100 - 50\,(2.12) = -6.0$ mm
$r_3 = 100 - 50\,(1.64) = 18.0$ mm
$r_4 = 100 - 50\,(0.15) = 92.5$ mm
$r_5 = 100 - 50\,(0.10) = 95.0$ mm

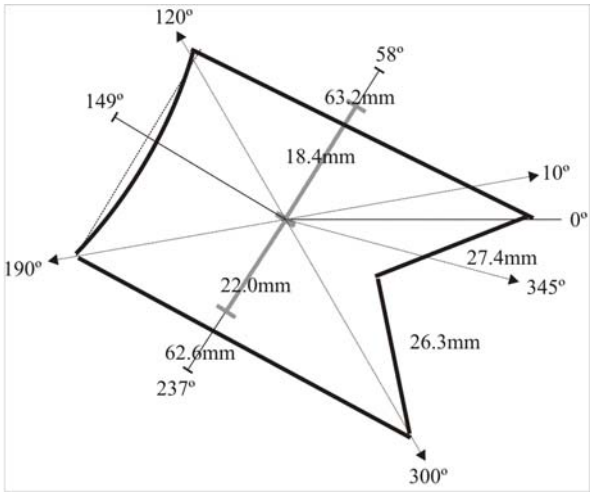
r2, r4, r5의 데이터가 이상하다. 반사각이 그리 작지 않은데 r이 음수이거나 매우 클 수는 없다. 그러므로 굽은 옆면이거나 이중 반사라고 짐작할 수 있다. 이중 반사가 되려면 오목한 각을 이루는 이웃한 두 옆면이 있어야 하므로 r4와 r5만 가능하다. 따라서 r2는 굽은 옆면일 수밖에 없다. 그래프의 구간 2를 보면 그래프가 거꾸로 된 "S" 모양이므로, 옆면이 오목할 때만 가능하다.

실험의 오차를 생각하면 이 모양이 거울 대칭을 가진다고 짐작할 수 있다.

각 옆면에 대해 반사각이 0일 때의 물체 위치를 쓰면 더 정밀하게 그릴 수 있다. 구간 1-3의 각은:

$\alpha_1 = 58^\circ$
$\alpha_2 = 149^\circ$
$\alpha_3 = 237^\circ$

얻은 데이터로부터 물체의 모양은 다음과 같이 정할 수 있다:



[채점 기준] 실험 문제 1

반사로 모양 알아내기

(A)	0.5	¾ 물체 1의 데이터 얻기	
2.0	0.5	¾ 물체 2의 데이터 얻기	
	0.5	¾ 물체 1의 그래프 그리기	
	0.5	¾ 물체 2의 그래프 그리기	
(B)	0.25	¾ 물체 1의 옆면 수	
0.5	0.25	¾ 물체 2의 옆면 수	
(C)	0.5	¾ 물체 1의 각 위치	
3.0	0.5	¾ 물체 2의 각 위치	
	0.5	¾ 물체 1 옆면의 방향	
	0.5	¾ 물체 2 옆면의 방향	
	0.5	¾ 물체 1의 옆면 모양	
	0.5	¾ 물체 2의 옆면 모양	
(D)	1	¾ 물체 1의 옆면 A에서 축까지의 거리	
	1	¾ 물체 1의 옆면 B에서 축까지의 거리	
3.0	1	¾ 물체 1의 옆면 C에서 축까지의 거리	
(E)	0.5	¾ 물체 1 옆면 A의 치수	
	0.5	¾ 물체 1 옆면 B의 치수	
1.5	0.5	¾ 물체 1 옆면 C의 치수	