물 위의 표면장력파에 의한 회절[1]

파트 C: 각 θ의 측정

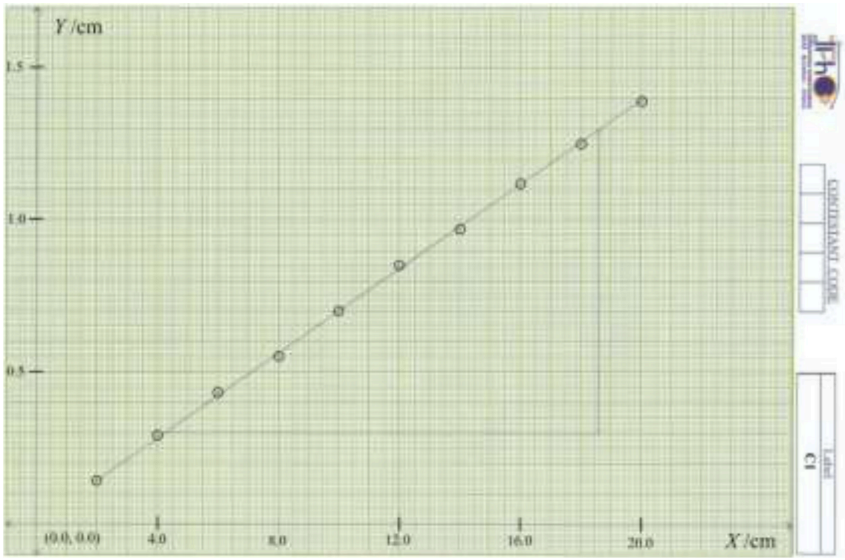
[C1]

표 C1

관측 번호	X / cm	Y / cm
1	2.0	0.136
2	4.0	0.285
3	6.0	0.425
4	8.0	0.549
5	10.0	0.703
6	12.0	0.846
7	14.0	0.965
8	16.0	1.124
9	18.0	1.251
10	20.0	1.390

[C2]

θ를 결정하기 위한 그래프 C1: X 대 Y



기울기 = 0.0699

$\theta = 4.0^\circ$

[1] *Shirish Pathare(HBCSE, 뭄바이)와 K G M Nair(CMI, 첸나이)가 이 문제의 주 저자이다. 학술위원회, 학술개발그룹, 국제위원회의 기여에 감사드린다.*

파트 D: 액체의 표면장력 결정

[D1]:

$l_1 = 98.5$ cm	$l_2 = 5.5$ cm	$L = 1.04$ m

[D2]:

표 D1

관측 번호	f / Hz	$2x_2$ / cm	x_1 / cm	x_1 / m
1	60	0.782	0.196	0.00196
2	70	0.880	0.220	0.00220
3	80	0.966	0.242	0.00242
4	90	1.030	0.258	0.00258
5	100	1.096	0.274	0.00274
6	110	1.184	0.296	0.00296
7	120	1.253	0.313	0.00313
8	130	1.336	0.334	0.00334
9	140	1.415	0.354	0.00354
10	150	1.489	0.372	0.00372
11	160	1.545	0.386	0.00386

[D3]:

$$\omega^2 = \frac{\sigma}{\rho}k^q$$

$$f^2 = \frac{1}{4\pi^2}\frac{\sigma}{\rho}\left(\frac{2\pi}{\lambda}\frac{\sin\theta}{L}\right)^q (x_1)^q$$

$$\ln f = \frac{1}{2}\ln\left[\frac{1}{4\pi^2}\frac{\sigma}{\rho}\left(\frac{2\pi}{\lambda}\frac{\sin\theta}{L}\right)^q\right] + \frac{q}{2}\ln x_1$$

q를 결정하기 위한 그래프: $\ln(f)$ 대 $\ln(x_1)$

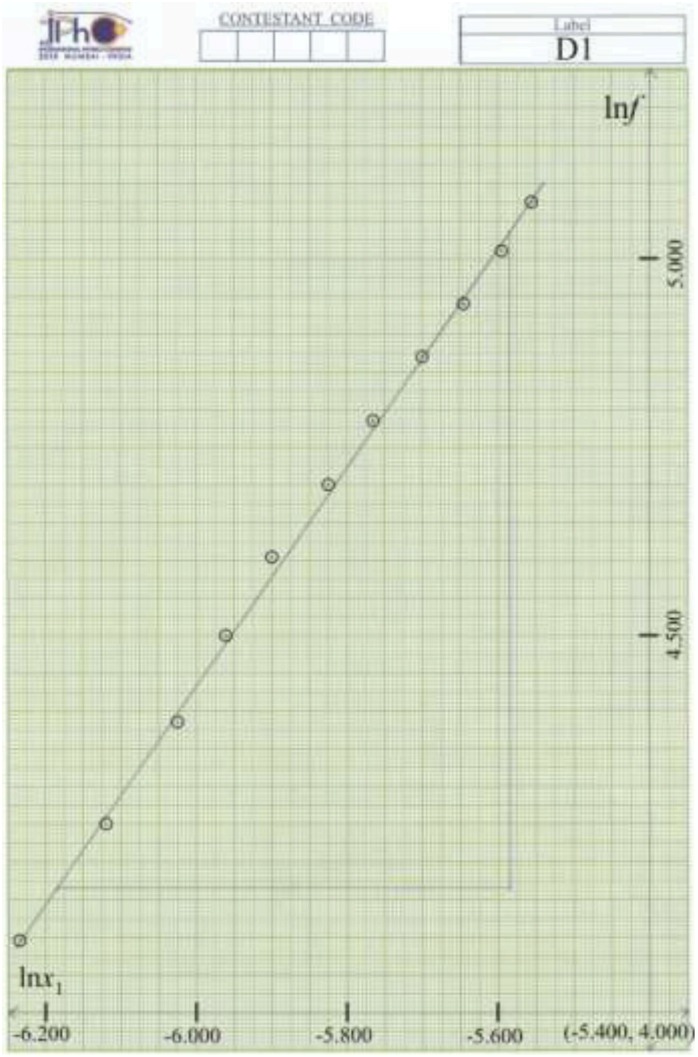


표 D2		
관측 번호	$\ln x_1$	$\ln f$
1	−6.235	4.094
2	−6.119	4.248
3	−6.024	4.382
4	−5.960	4.500
5	−5.900	4.605
6	−5.823	4.700
7	−5.767	4.787
8	−5.702	4.868
9	−5.644	4.942
10	−5.594	5.011
11	−5.557	5.075

기울기 = 1.45

q = 2.90

표면장력의 결정:

식 2:

$$\omega^2 = \frac{\sigma}{\rho}k^3$$

[D4]:

σ를 결정하기 위한 그래프: f^2 대 x_1^3

표 D3

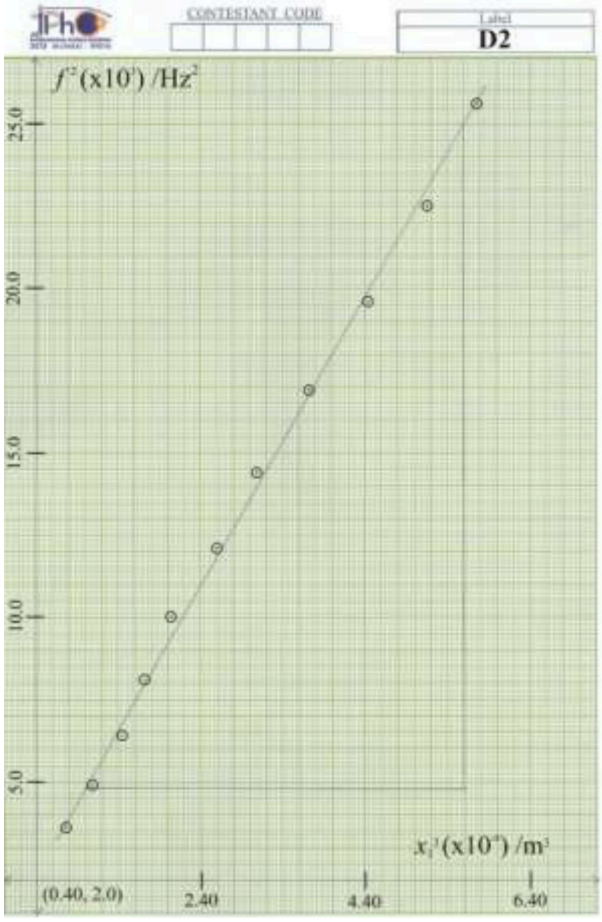
관측 번호	$f^2\,(\times 10^3)$ / $\mathbf{Hz^2}$	$x_1^3\,(\times 10^{-8})$ / $\mathbf{m^3}$
1	3.6	0.75
2	4.9	1.07
3	6.4	1.42
4	8.1	1.72
5	10.0	2.06
6	12.1	2.59
7	14.4	3.07
8	16.9	3.73
9	19.6	4.44
10	22.5	5.15
11	25.6	5.75

표면장력:

$$\omega^2 = \frac{\sigma}{\rho}k^3$$

$$f^2 = \frac{\sigma}{\rho}\frac{2\pi}{\lambda^3}\frac{\sin^3\theta}{L^3}(x_1)^3$$

계산:



$$\text{기울기} = 4.39 \times 10^{11}\ \text{Hz}^2/\text{m}^3$$

$$\therefore \text{기울기} = \frac{\sigma}{\rho}\frac{2\pi}{\lambda^3}\frac{\sin^3\theta}{L^3} = \frac{\sigma}{1000} \times \frac{2 \times 3.14}{(635 \times 10^{-9})^3} \times \frac{(0.0698)^3}{(1.04)^3}$$

$$\therefore\ \sigma = 59.2\ \text{mN/m}$$

파트 E: 물 시료의 점성도 결정

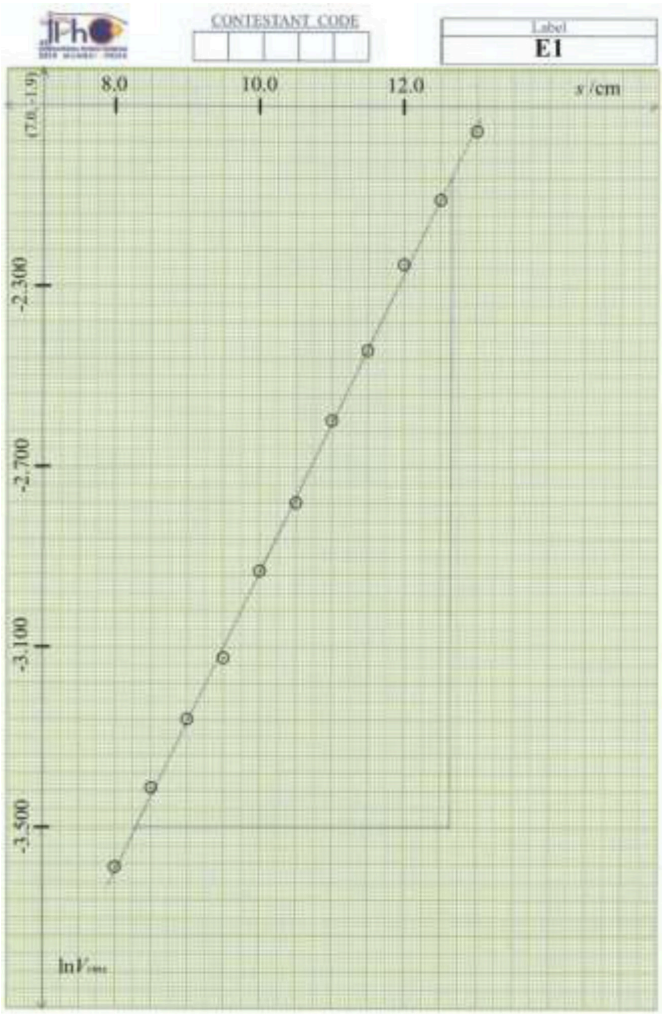
[E1]: 신호 발생기의 진동수 = **100 Hz**

표 E1

관측 번호	s / cm	V_{rms} / V	$\ln(V_{rms})$
1	8.0	0.0276	−3.590
2	8.5	0.0330	−3.411
3	9.0	0.0385	−3.257
4	9.5	0.0441	−3.121
5	10.0	0.0534	−2.930
6	10.5	0.0622	−2.777
7	11.0	0.0745	−2.597
8	11.5	0.0870	−2.442
9	12.0	0.1050	−2.254
10	12.5	0.1215	−2.108
11	13.0	0.1412	−1.958

[E2]:

δ를 결정하기 위한 그래프: $\ln(V_{rms})$ **대** s



기울기 $= 0.331\ \text{cm}^{-1}$

$\therefore\ \delta = 0.4 \times 0.3310 = 0.1324\ \text{cm}^{-1}$

$$\boxed{\delta = 13.2\ \text{m}^{-1}}$$

[E3]:

점성도 η의 결정:

$$\delta = \frac{8}{3}\frac{\pi\eta f}{\sigma}$$

$$\eta = \frac{3}{8}\frac{\delta\sigma}{\pi f} = \frac{3}{8} \times \frac{13.2 \times 59.2 \times 10^{-3}}{3.14 \times 100} = 0.933\ \text{mPa}\cdot\text{s}$$

$$\boxed{\eta = 0.93\ \text{mPa}\cdot\text{s}}$$