15TH ASIAN PHYSICS OLYMPIAD
11 - 18 MAY 2014, SINGAPORE

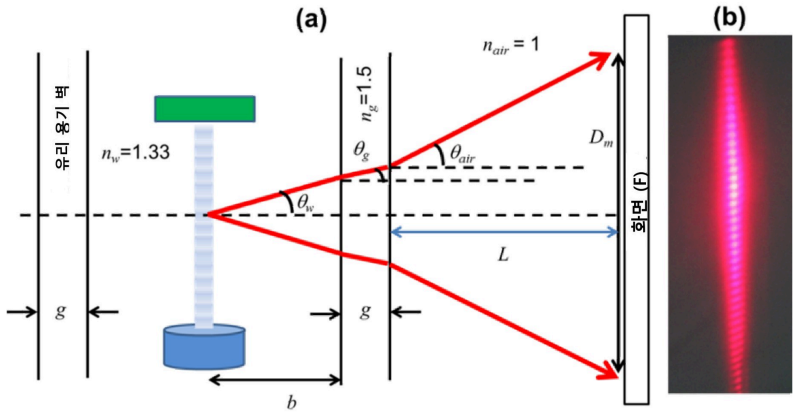
실험 경연
2014년 5월 15일
08:30 – 13:30

채점 기준표

국가:	모범 답안	학생 번호:	모범 답안

실험 A:

A1. 아래 칸에 작은 각 근사 조건에서 λ_s를 (b, g, m, n_w, n_g, L, λ_{air}, D_m)으로 나타내는 식을 유도하시오.



주어진 식, $d\sin\theta_w = i\lambda_w$ (1)

또한, $n_w\lambda_w = n_{air}\lambda_{air}$ (2)

라만-나트 조건: $d = \lambda_s$ (3)

스넬 법칙: 물에서 유리로 $\frac{n_g}{n_w} = \frac{\sin\theta_w}{\sin\theta_g} = \frac{\lambda_w}{\lambda_g}$ (4)

스넬 법칙: 유리에서 공기로 $\frac{n_g}{n_{air}} = \frac{\sin\theta_{air}}{\sin\theta_g} = \frac{\lambda_{air}}{\lambda_g}$ (5)

위 그림에서 $D_m = 2(b\tan\theta_w + g\tan\theta_g + L\tan\theta_{air})$ (6)

작은 각 근사를 쓰면:

$\tan\theta_w = \sin\theta_w;\ \tan\theta_g = \sin\theta_g;\ \tan\theta_{air} = \sin\theta_{air}$ (7)

식 (6)과 (7)에서 $D_m = 2(b\sin\theta_w + g\sin\theta_g + L\sin\theta_{air})$ (8)

식 (4)와 (5)로 $\sin\theta_g$와 $\sin\theta_{air}$를 $\sin\theta_w$로 나타내면

$$D_m = 2\left(b + g\frac{n_w}{n_g} + L\frac{n_w}{n_{air}}\right)\sin\theta_w$$

식 (1), (2), (3)에서 $\sin\theta_w$를 대입하고, 화면 위 거리 D_m 안의 무늬 전체 개수 m을 세면

$$D_m = \left(b + g\frac{n_w}{n_g} + L\frac{n_w}{n_{air}}\right)(m-1)\frac{n_{air}}{n_w}\frac{\lambda_{air}}{\lambda_s} \quad (9)$$

$m = 2i + 1$임에 주의하라.

항을 정리하여 λ_s를 구하면

$$\lambda_s = \left(\frac{b}{n_w} + \frac{g}{n_g} + \frac{L}{n_{air}}\right)(m-1)\frac{n_{air}\lambda_{air}}{D_m} \quad (10)$$

$$\boxed{A = \left(\frac{b}{n_w} + \frac{g}{n_g} + \frac{L}{n_{air}}\right)} \quad (11)$$

합계 = 1.5

최종 답이 같으면 만점을 준다.

0.1 식 (2)

0.1 식 (4)

0.1 식 (5)

0.4 보정식 (6)을 씀

0.1 작은 각 근사

0.2 모든 각을 θ_w로 나타냄

0.1 i와 m의 관계

0.3 λ_s의 식

0.1 A

고려할 변형의 몇 가지 예

국가:	모범 답안	학생 번호:	모범 답안

주 -
유리를 무시하고 유리와 물을 하나로 합친 경우
(−0.3점, 최대 1.2점)

$$A = \left(\frac{b+g}{n_w} + \frac{L}{n_{air}} \right) \qquad (11a)$$

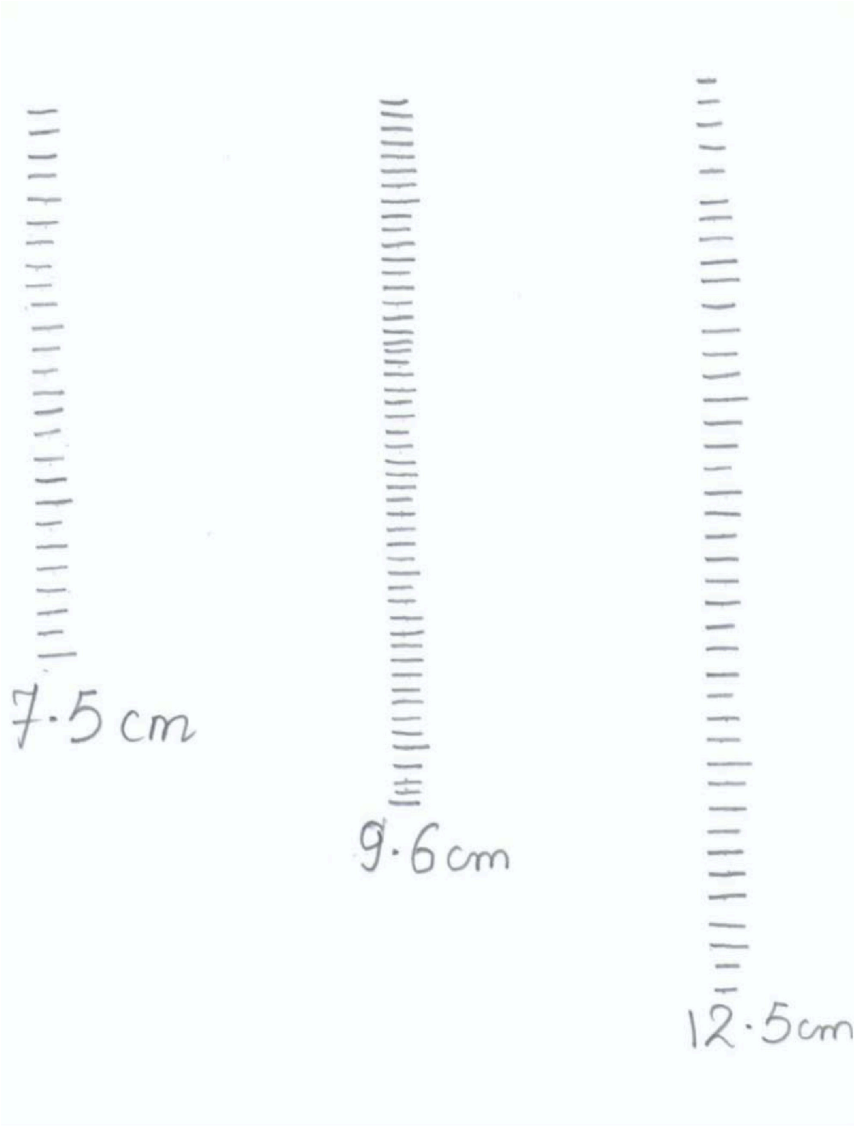
주 -
유리와 물을 무시하고 모두 공기로 본 경우
(−1.0점, 최대 0.5점)

$$\lambda_s = (b+g+L) \qquad (11b)$$

고려할 변형

국가:	모범 답안	학생 번호:	모범 답안

A2. 이 답안지를 화면 (F)에 붙이고 아래 칸에 무늬를 표시하시오.



	무늬 1	무늬 2	무늬 3	
m =	26	51	41	
D_m = (cm)	7.5	9.6	12.5	ΔD_m = ±0.05
광천수의 온도 (°C)	22	22	22	ΔT=±0.5

주: 시험장의 온도는 27 °C였으며, 실험 조건에서 주의를 기울였을 때 유리 용기 속 물의 온도도 27 °C였다.

합계 : 2.5

무늬 1.6
1.6 무늬 3개 이상
1.4 무늬 2개
1.2 무늬 1개

주 –
표시한 무늬 수가 평균 10개보다 적으면 위 점수의 50%로, 5개보다 적으면 25%로 깎는다.

완전한 표 0.9

−0.1 빠진 불확도 하나마다
−0.1 빠진 단위 하나마다
−0.1 T 빠짐
−0.2 m 빠짐
−0.2 D_m 빠짐

주: 표에 배정된 점수는 결과에서 그 값들을 썼음을 알 수 있으면 준다.

국가:	모범 답안	학생 번호:	모범 답안

A3. 관련된 모든 매개변수를 측정하여 아래 칸에 기록하고, 광천수 속 소리의 파장 λ_s를 계산하시오.

n_w = 물의 굴절률 = 1.333±0.007
n_{air} = 공기의 굴절률 = 1.000±0.0003
n_g = 유리의 굴절률 = 1.50±0.005
λ_{air} = 공기 중 레이저 빛의 파장 = 660 ± 3 nm

유리 용기 벽의 두께: $g = 5.05 \pm 0.05$ mm

	b (cm) ±0.2 cm	L (cm) ±0.5 cm	D (cm) ±0.05 cm	m	λ_s (m) $\times 10^{-4}$
무늬 1	5	368.5	7.5	26	8.20
무늬 2	5.5	235	9.6	51	8.23
무늬 3	7.1	384.6	12.5	41	8.24

$$\lambda_s = \frac{(8.20 + 8.23 + 8.24) \times 10^{-4}}{3} \text{ m} = 8.22 \times 10^{-4} \text{ m}$$

λ_s=	8.22×10^{-4} m

합계 : 1.0

0.1 g의 올바른 값(4.9~5.1 mm)

0.4 b, L의 표

0.5 λ_s의 값

주 - λ_s는 온도에 따라 다르다

(**0.5**: 시험장에서 대회 조직위원회가 기록한 온도에서의 λ_s 값의 5% 이내)

(**0.3**: 5% 밖이지만 기록한 온도에서의 λ_s 값의 10% 이내)

(**0.1**: 10% 밖이지만 기록한 온도에서의 λ_s 값의 20% 이내)

그 밖에는 0

주: A가 완전히 틀려서 λ_s가 틀렸으면, 팀 리더가 올바른 공식으로 계산한 값을 확인하여 λ_s에 대한 위 기준으로 점수를 주되 0.1점을 더 깎는다.

−0.1 빠진 불확도 하나마다
−0.1 빠진 단위 하나마다

−0.1 b 빠짐

−0.1 L 빠짐

−0.2 $L < 0.5$ m

국가:	모범 답안	학생 번호:	모범 답안

A4.	광천수 속 초음파의 진동수 f_s를 계산하여 기록하시오. 그래프에서 22 °C 물속 초음파의 속력은 $1484 \pm 4\ \mathrm{m\,s^{-1}}$이다. 초음파의 진동수: $f_s = \frac{v_s}{\lambda_s} = \frac{1484}{8.22 \times 10^{-4}} = 1.80\ \mathrm{MHz}$ $f_s =$ 1.80 MHz A가 완전히 틀려서 λ_s가 틀렸으면, λ_s에 대한 위 기준에서 0.1점을 더 깎는다. 주: 시험장의 온도는 27 °C였으며, 실험 조건에서 주의를 기울였을 때 유리 용기 속 물의 온도도 27 °C였다.	**합계: 0.5** **0.2** 소리 속력의 올바른 값(보고한 T에서) ~~**0.1** $f_s = \frac{v_s}{\lambda_s}$~~ **0.1** 단위 **0.1** 올바른 답(1.786 MHz의 5% 이내이면 0.1 만점, 그 밖에는 0) 주: 압전 변환기 진동수의 실측값은 1.786 MHz이다.

국가:	모범 답안	학생 번호:	모범 답안

A5. 오차 분석을 하여 초음파 진동수의 불확도 Δf_s를 어림하시오.

작은 각 근사가 알맞은지 확인한다: $\theta \sim \frac{D_m}{L} \sim \frac{9.6}{235}$. 따라서 $\tan\theta$와 $\sin\theta$의 백분율 차이는 ~0.02%이다.

식 (10)에서 λ_s의 상대 오차는 다음과 같이 쓸 수 있다.

$$\frac{\Delta\lambda_s}{\lambda_s} \approx \sqrt{\frac{\left(\frac{\Delta b}{n_w}\right)^2 + \left(\frac{\Delta g}{n_g}\right)^2 + (\Delta L)^2}{\left(\frac{b}{n_w} + \frac{g}{n_g} + \frac{L}{n_{air}}\right)^2} + \left(\frac{\Delta D_m}{D_m}\right)^2}$$

$$\frac{\Delta\lambda_s}{\lambda_s} \approx \sqrt{\frac{\left(\frac{0.1}{1.333}\right)^2 + \left(\frac{0.005}{1.5}\right)^2 + (0.5)^2}{\left(\frac{b}{n_w} + \frac{g}{n_g} + \frac{L}{n_{air}}\right)^2} + \left(\frac{0.05}{D_m}\right)^2}$$

	b (cm) ±0.1 cm	L (cm) ±0.5 cm	D_m (cm) ±0.05 cm	m	λ_s (m) $\times 10^{-4}$	$\frac{\Delta\lambda_s}{\lambda_s}$
무늬 1	5.0	368.5	7.5	26	8.20	0.0068
무늬 2	5.5	235	9.6	51	8.23	0.0056
무늬 3	7.1	384.6	12.5	41	8.24	0.0042

$$\left(\frac{\Delta\lambda_s}{\lambda_s}\right)_{mean} = 0.0055$$

$$\frac{\Delta f_s}{f_s} = \sqrt{\left(\frac{\Delta\lambda_s}{\lambda_s}\right)^2 + \left(\frac{\Delta v_s}{v_s}\right)^2} = \sqrt{0.0055^2 + \left(\frac{2}{1484}\right)^2} = 0.006$$

$\Delta f_s =$	0.011 MHz

다른 방법

학생이 무늬를 셋 이상 얻어 다음으로 표준 오차를 계산하는 경우

$$\text{표준 오차} = \frac{\sigma}{\sqrt{N-1}}$$

합계: 1.0

0.8 모두 합친 $\frac{\Delta f_s}{f_s}$의 식

(**0.6** $\frac{\Delta\lambda_s}{\lambda_s}$

0.2 $\frac{\Delta\lambda_s}{\lambda_s}$와 $\frac{\Delta v_s}{v_s}$를 합쳐 $\frac{\Delta f_s}{f_s}$)

0.2 올바른 수치

(0.2 : 0.01 MHz–0.09 MHz)

(0.1 : (0.005 ~ <0.01) MHz 와 (>0.09 ~ 0.18) MHz)

그 밖에는 0

주: 학생이 무늬 하나만 써서 이 자세한 오차 분석을 올바르게 했으면 오차 분석에 1.0 만점을 준다.

다른 방법 (최대 1.0)

0.4 표준 오차의 올바른 식

0.4 6번 이상 측정한 다음 표준 오차를 구한 경우

(**0.2** 3번 이상 측정한 다음 표준 오차를 구한 경우)

0.2 수치(위에 정한 규칙·범위에 따라 추가 감점)

국가:	모범 답안	학생 번호:	모범 답안

실험 B

B1. λ_s의 식을 쓰시오.

$$\lambda_s = \frac{2p}{m_B - 1} \qquad (12)$$

m_B는 D_B에 해당하는 센 무늬의 개수이다.

$$M = \frac{D_B}{p} = \frac{\left[\frac{(S_1 - f_L)}{n_{air}} + \frac{2g}{n_g} + \frac{(a+b)}{n_w} + \frac{S_2}{n_{air}}\right]}{\left[\frac{(S_1 - f_L)}{n_{air}} + \frac{g}{n_g} + \frac{a}{n_w}\right]} \qquad (3)$$

$$\therefore\ p = D_B \frac{\left[\frac{(S_1 - f_L)}{n_{air}} + \frac{g}{n_g} + \frac{a}{n_w}\right]}{\left[\frac{(S_1 - f_L)}{n_{air}} + \frac{2g}{n_g} + \frac{(a+b)}{n_w} + \frac{S_2}{n_{air}}\right]}$$

$$\therefore\ \lambda_s = \frac{2D_B}{(m_B - 1)} \frac{\left[\frac{(S_1 - f_L)}{n_{air}} + \frac{g}{n_g} + \frac{a}{n_w}\right]}{\left[\frac{(S_1 - f_L)}{n_{air}} + \frac{2g}{n_g} + \frac{(a+b)}{n_w} + \frac{S_2}{n_{air}}\right]}$$

합계: 1.0

0.2 M을 써서 p를 구함

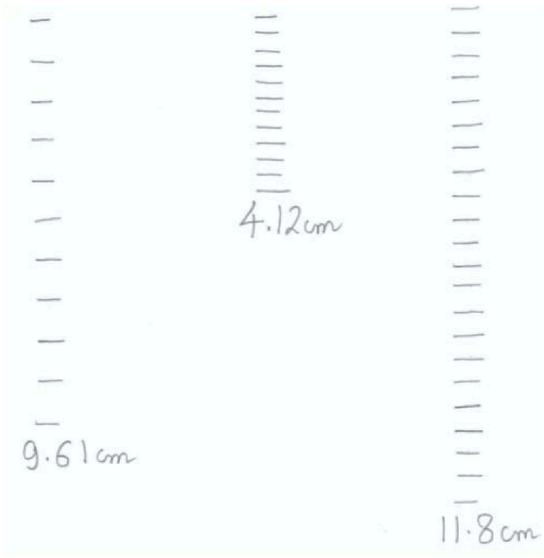
0.8 식 (12)

−0.8 인수 2를 빠뜨림. 즉 정상파에서 밝은/어두운 곳 사이 간격이 $\lambda_s/2$임을 깨닫지 못함

−0.2 $m_B - 1$ 대신 m_B를 씀(결과에서 m_B = 간격 수임이 드러나면 감점 없음)

국가:	모범 답안	학생 번호:	모범 답안

B2. 이 답안지를 화면 (F)에 붙이고 아래 칸에 투영된 정상파 무늬를 표시하시오.



	무늬 1	무늬 2	무늬 3	
m_B =	11	12	22	
D_B = (cm)	9.61	4.12	11.80	$\Delta D_B = \pm 0.05$
광천수의 온도 (°C)	22	22	22	$\Delta T = \pm 0.5$

주: 시험장의 온도는 27 °C였으며, 실험 조건에서 주의를 기울였을 때 유리 용기 속 물의 온도도 27 °C였다.

합계 : 2.0

무늬 1.4
무늬 3개 이상 **1.4**
무늬 2개 **1.2**
무늬 1개 **1.0**

밝은/어두운 곳이 2개를 넘게 표시되어 있으면 만점.

완전한 표 0.6

−0.1 빠진 불확도 하나마다
−0.1 빠진 단위 하나마다
−0.1 T 빠짐
−0.1 m_B 빠짐
−0.1 D_B 빠짐

주 - 표에 배정된 점수는 결과에서 그 값들을 썼음을 알 수 있으면 준다.

B3.	관련된 모든 매개변수를 아래 칸에 측정하여 기록하고	**합계: 1.5**

국가:	모범 답안	학생 번호:	모범 답안

광천수 속 소리의 파장 λ_s를 계산하시오.

	무늬 1	무늬 2	무늬 3	
a (cm)	5.2	5.5	3.5	Δa=0.1 cm
a+b (cm)	11.16	11.16	12.00	$\Delta(a+b)$=0.05 cm
g (cm)	0.5	0.5	0.5	Δg=0.05 cm
S_1 (cm)	12.7	12.7	20.5	ΔS_1=0.1 cm
S_2 (cm)	257.4	92.2	208.5	ΔS_2=0.1~0.5 cm (실험에 따라)
m_B	11	12	22	
D_B (cm)	9.61	4.12	11.80	ΔD_B= ±0.05
M	22.96	8.95	12.66	
p (cm)	0.419	0.46	0.932	
λ_s ($\times$ 10^{-4} m)	8.37	8.37	8.88	

f_L=5.0 cm

$\lambda_{s,\,\mathrm{mean}}$=	8.54 × 10^{-4} m

0.1 g의 올바른 값(4.9~5.1 mm)

0.9 a, $a+b$ 또는 b, S_1, S_2의 표

0.5 λ_s의 값

주 - λ_s는 온도에 따라 다르다

(**0.5**: 시험장에서 대회 조직위원회가 기록한 온도에서의 λ_s 값의 5% 이내)

(**0.3**: 5% 밖이지만 기록한 온도에서의 λ_s 값의 10% 이내)

(**0.1**: 10% 밖이지만 기록한 온도에서의 λ_s 값의 20% 이내)

0 그 밖의 경우

주: A가 완전히 틀려서 λ_s가 틀렸으면, 팀 리더가 올바른 공식으로 계산한 값을 확인하여 λ_s에 대한 위 기준으로 점수를 주되 0.1점을 더 깎는다.

−0.1 빠진 불확도 하나마다
−0.1 빠진 단위 하나마다
최대 감점 0.5점까지

−0.1 a 또는 b 빠짐

−0.1 S_1 또는 S_2 빠짐

−0.1 $S_2 < 0.3$ m

국가:	모범 답안	학생 번호:	모범 답안

B4.	광천수 속 초음파의 진동수 f_s를 계산하여 기록하시오. 초음파의 진동수: $f_s = \frac{v_s}{\lambda_s} = \frac{1484}{8.54 \times 10^{-4}} = 1.74$ MHz $f_s =$ 1.74 MHz	**합계 0.5** **0.1** $f_s = \frac{v_s}{\lambda_s}$ **0.1** 단위 **0.3** 올바른 답(1.786 MHz의 5% 이내이면 0.3 만점, 5% 밖이지만 10% 이내이면 0.2, 그 밖에는 0) **주**: 압전 변환기 진동수의 실측값은 1.786 MHz이다.

국가:	모범 답안	학생 번호:	모범 답안

B5. 오차 분석을 하여 초음파 진동수의 불확도 Δf_s를 어림하시오.

$$\frac{\Delta\lambda_s}{\lambda_s} \approx \sqrt{\left(\frac{\Delta D_B}{D_B}\right)^2 + \left(\frac{(\Delta S_1)^2 + \left(\frac{\Delta g}{n_g}\right)^2 + \left(\frac{\Delta a}{n_w}\right)^2}{\left(S_1 - f_L + \frac{g}{n_g} + \frac{a}{n_w}\right)^2}\right) + \left(\frac{(\Delta S_1)^2 + \left(\frac{2\Delta g}{n_g}\right)^2 + \left(\frac{\Delta(a+b)}{n_w}\right)^2 + (\Delta S_2)^2}{\left(S_1 - f_L + S_2 + \frac{2g}{n_g} + \frac{a+b}{n_w}\right)^2 f_s}\right)}$$

	무늬 1	무늬 2	무늬 3	
a (cm)	5.2	5.5	3.5	Δa=0.1 cm
a+b (cm)	11.16	11.16	12.00	$\Delta(a+b)$=0.05 cm
g (cm)	0.5	0.5	0.5	Δg=0.05 cm
S_1 (cm)	12.7	12.7	20.5	ΔS_1=0.1 cm
S_2 (cm)	257.4	92.2	208.5	ΔS_2=0.5 cm
m_B	11	12	22	
D_B (cm)	9.61	4.12	11.80	ΔD_B= ±0.05
M	22.96	8.95	12.66	
p (cm)	0.419	0.46	0.932	
λ_s ($\times 10^{-4}$ m)	8.37	8.37	8.88	
$\Delta\lambda_s/\lambda_s$	0.012	0.016	0.008	

f_L=5.0 cm

$$\left(\frac{\Delta\lambda_s}{\lambda_s}\right)_{mean} = 0.012$$

$$\frac{\Delta f_s}{f_s} = \sqrt{\left(\frac{\Delta\lambda_s}{\lambda_s}\right)^2 + \left(\frac{\Delta v_s}{v_s}\right)^2} = \sqrt{0.012^2 + \left(\frac{4}{1484}\right)^2} = 0.012$$

Δf_s =	0.022 MHz

합계: 1.0

0.8 모두 합친 $\frac{\Delta f_s}{f_s}$의 식 (**0.6** $\frac{\Delta\lambda_s}{\lambda_s}$ 0.2 $\frac{\Delta\lambda_s}{\lambda_s}$와 $\frac{\Delta v_s}{v_s}$를 합쳐 $\frac{\Delta f_s}{f_s}$)

0.2 올바른 수치

(0.2 : 0.01 MHz–0.09 MHz)

(0.1 : (0.005 ~ <0.01) MHz 와 (>0.09 ~ 0.18) MHz)

그 밖에는 0

주: 학생이 무늬 하나만 써서 이 자세한 오차 분석을 올바르게 했으면 오차 분석에 1.0 만점을 준다.

다른 방법 (최대 1.0)

0.4 표준 오차의 올바른 식

0.4 6번 이상 측정한 다음 표준 오차를 구한 경우

(**0.2** 3번 이상 측정한 다음 표준 오차를 구한 경우)

0.2 수치(위에 정한 규칙·범위에 따라 추가 감점)

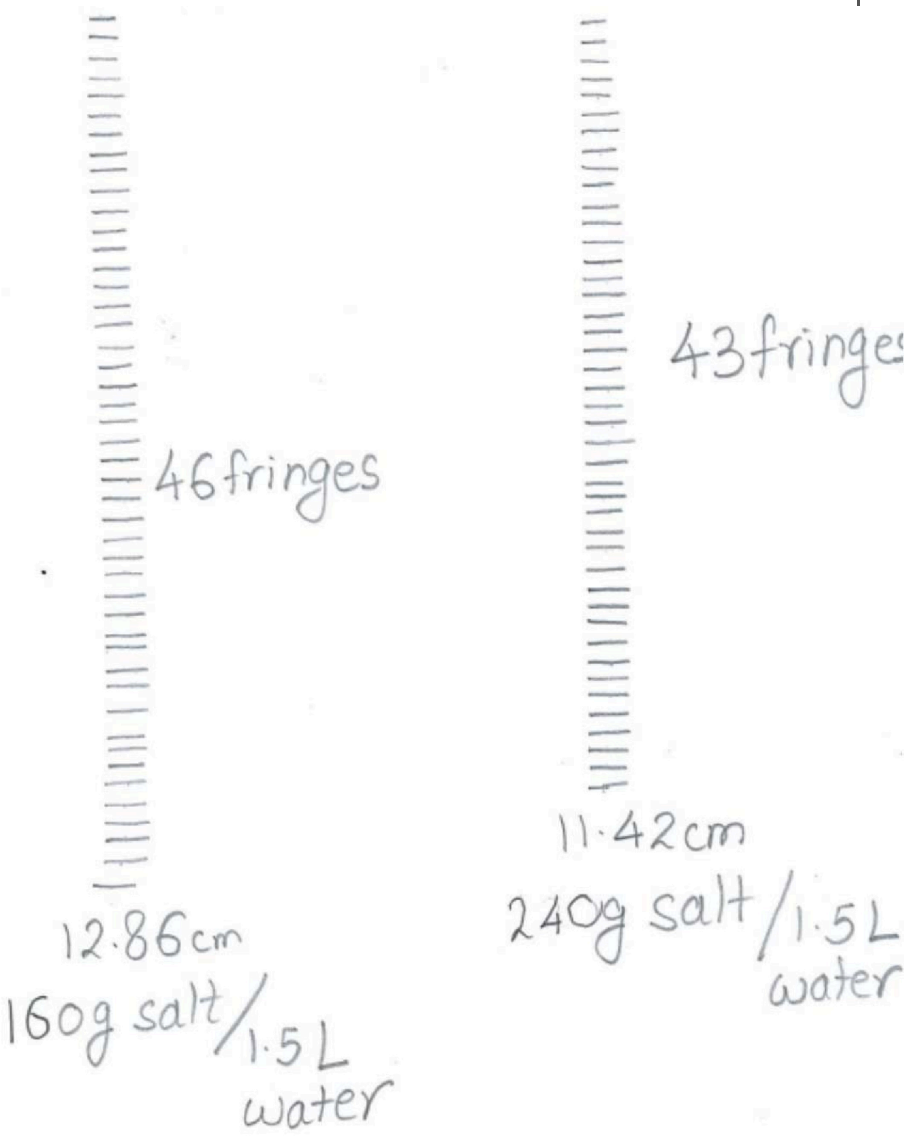
국가:	모범 답안	학생 번호:	모범 답안

실험 C

C1.	이 답안지를 화면 (F)에 붙이고 아래 칸에 관찰한 무늬를 표시하시오. 기록한 무늬마다 해당 소금 농도를 적으시오. ***계산에 필요한 관련 실험 매개변수를 10쪽 답안지 C2에 잊지 말고 적으시오.***  	**합계: 1.0** 서로 다른 소금 농도 5개 이상이면 1.0 농도 4개 0.8 농도 3개 0.6 농도 2개 0.4 농도 1개 0.2 주 - 위 개수에는 주어진 그래프로 얻을 수 있는 농도 0 무늬는 넣지 않는다 주 – 무늬 개수로는 감점하지 않는다

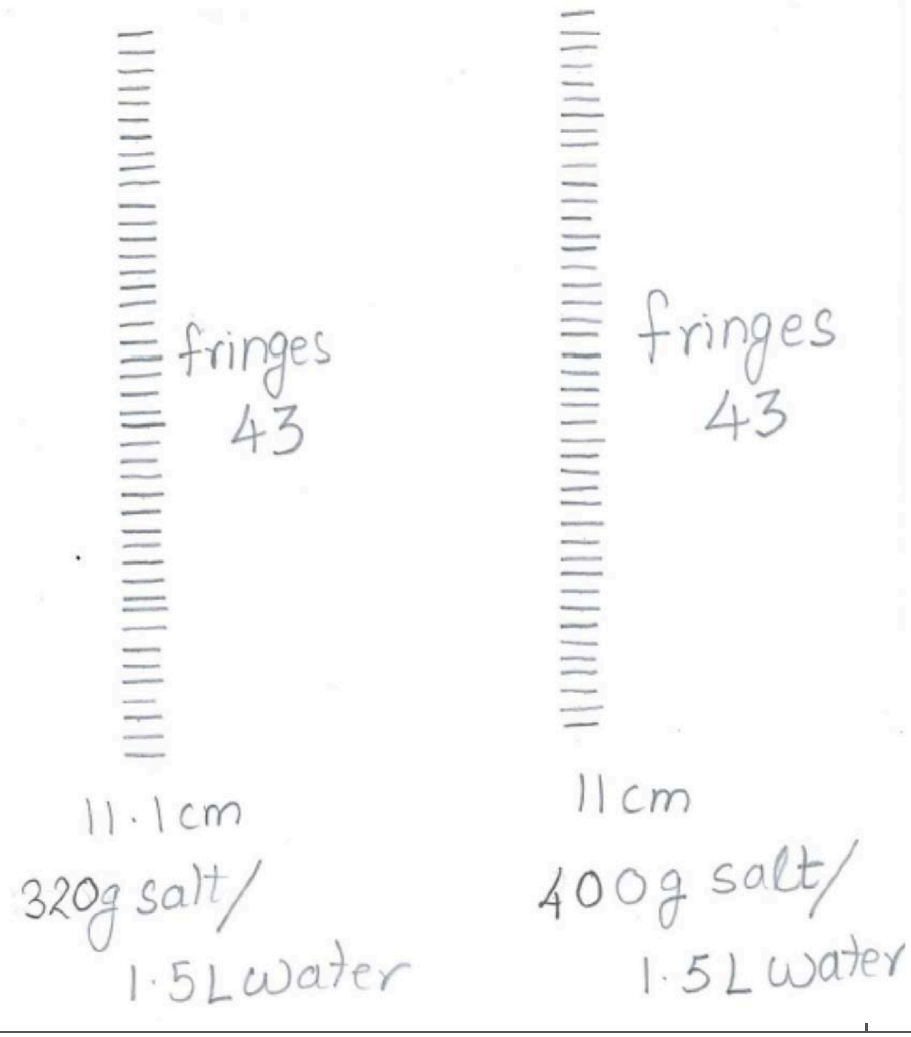
국가:	모범 답안	학생 번호:	모범 답안

C1.	이 답안지를 화면 (F)에 붙이고 아래 칸에 관찰한 무늬를 표시하시오. 기록한 무늬마다 해당 소금 농도를 적으시오. ***계산에 필요한 관련 실험 매개변수를 10쪽 답안지 C2에 잊지 말고 적으시오.***	이어서



국가:	모범 답안	학생 번호:	모범 답안

C1.	이 답안지를 화면 (F)에 붙이고 아래 칸에 관찰한 무늬를 표시하시오. 기록한 무늬마다 해당 소금 농도를 적으시오. ***계산에 필요한 관련 실험 매개변수를 10쪽 답안지 C2에 잊지 말고 적으시오.***	이어서



국가:	모범 답안	학생 번호:	모범 답안

C2. 관련된 모든 매개변수를 아래 표에 측정하여 기록하고, 알려진 각 소금 농도에서 소리의 속력 v_s를 계산하시오.

1.5 L 물에 넣은 소금 (g) ±0.1 g	0.0	80.0	160.0	240.0	320.0	400.0
C_s 소금 농도 ±1%	0	0.0506	0.0964	0.138	0.176	0.211
온도 ± 0.5 °C	22	22	22	22	22	22
b (cm) ± 0.1 cm	7.1	6.8	8.4	7.6	7	8.9
L (cm)	375.6	381.8	380.5	371.1	373.5	375.5
D_m (cm) ± 0.05 cm	12.52	11.63	12.86	11.42	11.1	11
m	42	40	46	43	43	43
λ_s (m) $\times 10^{-4}$	8.24	8.57	8.94	9.15	9.47	9.64
소금 용액 속 소리의 속력 (m/s)	1483	1543	1609	1647	1704	1735

합계 : 2.0

소금 농도 변화 1.0

1.0 만점 - 소금 농도가 0부터 0.2 이상까지 고루 덮이는 경우.

0.7 만점 - 소금 농도가 0부터 (0.1 – <0.2)까지 덮이는 경우.

0.4점만 - 소금 농도가 0부터 <0.1까지 덮이는 경우.

주 – 자료점은 1.5 L당 50 g 이상 차이 나는, 잘 떨어진 점 3개 이상으로 고루 퍼져 있어야 한다. 이 규칙을 따르지 않으면 0.3점을 깎는다.

v_s의 값 1.0

소리의 속력 값은 다음 식을 따를 것으로 기대된다.

$v_s = 1187\, C_s + v_{sT}$

여기서 C_s는 소금 농도, v_{sT}는 온도 T에서 (소금 없는) 광천수 속 소리의 속력이다.

22 °C에서 –

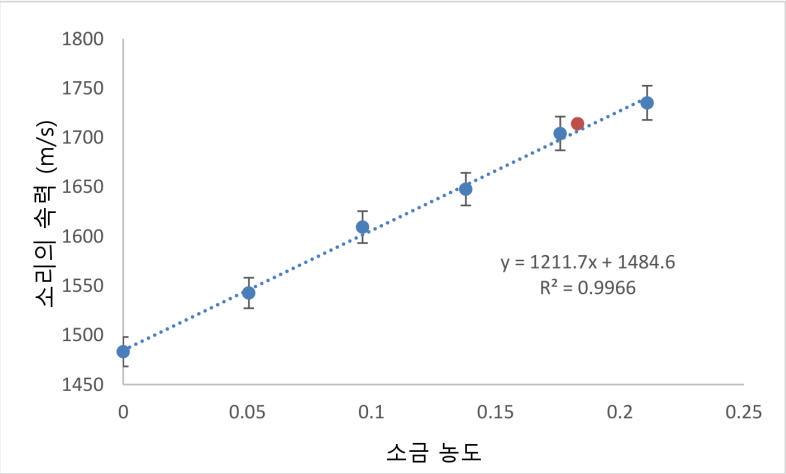
$v_{sT} = 1484$ m/s

(대회 조직위원회가 기록한 온도에서의 기대값의 5% 이내인 v_s 값 하나마다 0.2

국가:	모범 답안	학생 번호:	모범 답안

		) (기대값의 5% 밖이지만 10% 이내인 v_s 값 하나마다 0.1) 그 밖에는 0 v_s에는 최대 1.0점

국가:	모범 답안	학생 번호:	모범 답안

C3	용액 속 소리의 속력을 용액의 소금 농도에 대해 그리시오.  	**합계: 1.0** 0.2 축 이름 0.1 축 단위 0.5 자료점을 올바르게 그림 0.2 오차 막대를 그림

국가:	모범 답안	학생 번호:	모범 답안

C4. 이 답안지를 화면 (F)에 붙이고, 미지 농도 소금 용액에 대해 관찰한 무늬를 아래 칸에 표시하시오.

용액의 온도와, 이 용액 속 소리의 속력을 계산하는 데 필요한 다른 모든 관련 실험 매개변수를 적으시오.



b (cm) ± 0.1 cm	L (cm) ±0.1 cm	D_m (cm) ± 0.05 cm	m	λ_s (m) $\times 10^{-4}$	소금 용액 속 소리의 속력 (m/s)
8.5	374.7	11.1	43	9.61	1714

T=(22 ± 0.5) °C

미지 용액 속 v_s =	1714 m/s

합계: 0.8

무늬 0.2

완전한 표 0.4

−0.1 빠진 불확도 하나마다
−0.1 빠진 단위 하나마다
−0.1 T 빠짐

v_s의 올바른 값 0.2

(기대값의 5% 이내인 v_s 값 하나마다 0.2)

(기대값의 5% 밖이지만 10% 이내인 v_s 값 하나마다 0.1)

(그 밖에는 0)

주: 표에 배정된 점수는 결과에서 그 값들을 썼음을 알 수 있으면 준다

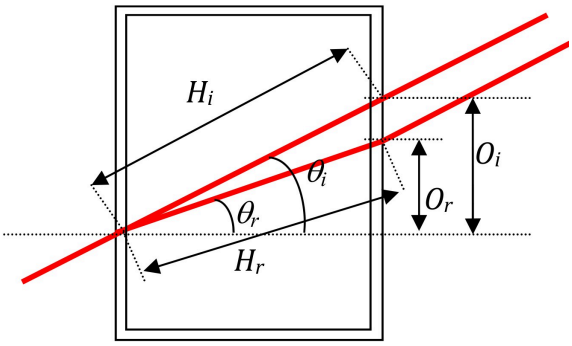
국가:	모범 답안	학생 번호:	모범 답안

C5.	미지 용액의 소금 농도를 구하시오. 미지 용액의 소금 농도 = 0.19 ± 0.01 주: 미지 용액에는 광천수 1 L당 소금 225 g이 녹아 있다. 즉 C_s=0.184	**합계 : 0.2** **0.2** 농도의 올바른 값 (기대값의 5% 이내이면 0.2) (기대값의 5% 밖이지만 10% 이내이면 0.1) (그 밖에는 0) −0.1 불확도 빠짐

국가:	모범 답안	학생 번호:	모범 답안

실험 D:

D1. 콘 시럽의 굴절률을 계산하려고 설계한 실험의 스케치를 이름표를 붙여 그리시오. 아래 칸에 필요한 관련 매개변수를 적고 콘 시럽의 굴절률을 계산하시오.



$$\frac{n_{corn-syrup}}{n_{air}} = \frac{\sin\theta_i}{\sin\theta_r} = \frac{O_i\, H_r}{O_r\, H_i}$$

$$\frac{n_{corn-syrup}}{n_{air}} = \frac{\sin 22.04}{\sin 15.25} = 1.42$$

유리는 무시할 수 있다고 가정한다.

$n_{corn-syrup} =$	1.42

합계: 1.5

0.5 알맞고 이름표가 제대로 붙은 그림

0.5 사용한 장치에 관련된 올바른 식

0.5 계산

(값이 1.38 – 1.48이면 0.5 만점)

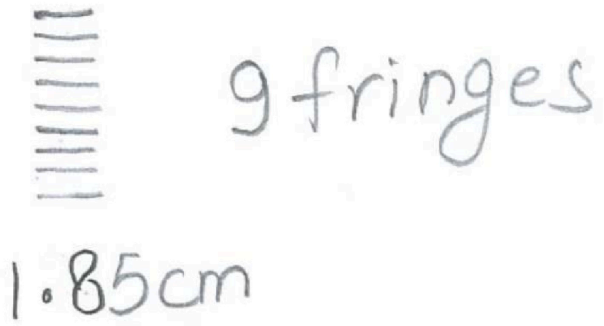
(값이 1.34 – 1.38 또는 1.48 – 1.55이면 0.3)

위 범위 밖이면 0

국가:	모범 답안	학생 번호:	모범 답안

D2. 이 답안지를 화면 (F)에 붙이고, 콘 시럽에 대한 회절 무늬를 아래 칸에 표시하시오.

콘 시럽의 온도와, 이 용액 속 소리의 속력을 계산하는 데 필요한 다른 모든 관련 실험 매개변수를 적으시오.



콘 시럽

b (cm) ± 0.1 cm	L (cm) ±0.1 cm	D (cm) ± 0.05 cm	m	λ_s (m) $\times 10^{-4}$	소리의 속력 (m/s)
8.9	360	1.85	9	10.47	1885

콘 시럽 속 v_s =	1885 (m/s)

합계: 1.0

0.4 무늬

0.4 관련 매개변수의 표

0.2 콘 시럽 속 v_s의 계산

(기대값의 5% 이내인 v_s 값 하나마다 0.2)

(기대값의 5% 밖이지만 10% 이내인 v_s 값 하나마다 0.1)

(그 밖에는 0)