KAIST형 모의 면접·구술고사

물리학

PHYSICS

파동 그래프의 해석 · 마이컬슨 간섭계

※ 면접위원(감독관)의 “시작” 신호가 있기 전에는 절대로 문제지를 펼치지 마십시오. ※

수험번호		**성 명**	
모집단위		**고사실**	
입실 시각	시 분	**감독관 확인**	(서명)

■ 시험 구성

문항	주제	준비·답변	배점
문제 1	세 위치의 변위-시간 그래프로 파동 알아내기	10분 · 8분	5점
문제 2	두 거울이 진동할 때 검출기가 어두워지는 횟수	10분 · 8분	5점
계	출제 범위: 물리학 Ⅰ · 물리학 Ⅱ	준비 20분 · 답변 문항당 8분 내외	**10점**

■ 수험생 유의사항

1. 휴대전화·스마트워치 등 모든 전자기기는 전원을 끈 뒤 감독관에게 제출하십시오. 소지 사실이 확인되면 **부정행위**로 간주되어 해당 전형 지원이 무효 처리됩니다.
2. 문제지는 표지 포함 총 **3쪽**입니다. “시작” 신호 후 쪽수와 인쇄 상태를 먼저 확인하고, 이상이 있으면 즉시 손을 들어 알리십시오.
3. 준비 시간(20분) 동안 문제지 여백과 배부된 메모지에 풀이를 정리할 수 있습니다. 계산기·참고 서적·본인 필기구 이외의 물품은 사용할 수 없습니다.
4. 면접실에서는 문제지와 메모지를 지참하고, 면접위원의 질문 순서에 따라 **근거를 들어 구술**로 답하십시오. 최종 결과만 말하는 답변은 배점의 일부만 인정됩니다.
5. 면접위원은 답변 도중 추가 질문을 할 수 있으며, 이는 감점 요소가 아니라 평가 절차의 일부입니다.
6. 문제지·메모지는 면접 종료 후 **전량 회수**됩니다. 문항 내용을 기록·촬영·유출하는 행위는 부정행위로 처리됩니다.
7. 문항에 이상이 있다고 판단되더라도 임의로 조건을 바꾸지 말고, 본인이 세운 가정을 명확히 밝힌 뒤 답하십시오.
8. 면접 종료 신호 후에는 답변을 계속할 수 없습니다. 시간 배분에 유의하십시오.

문항 코드 KAIST형 · PHYSICS-28 **제작** 2026. 9. **봉인 상태 확인** 개봉 흔적이 있으면 배부 전 감독관에게 알리십시오.

본 문항은 KAIST 면접 및 구술고사 공개 문항 형식에 맞추어 자체 제작한 **비공식 창작 모의문항**입니다. KAIST의 공식 또는 예상 문항이 아니며, 특정 대학의 실제 시험 문항을 옮긴 것이 아닙니다.

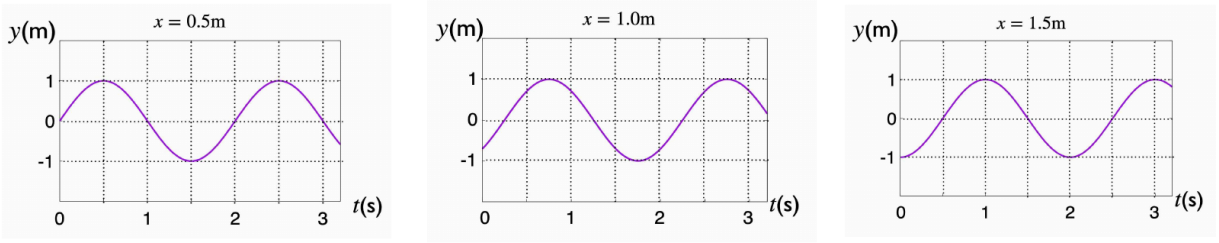
문제 1 세 위치에서 잰 변위-시간 그래프

물리학 I | 파동의 진폭·주기·진동수·파장, 파동의 속력 v = λ/T, 위상과 진행 방향, 파형 그리기 | 준비 10분 · 답변 8분 | 5점

문항 및 제시문

파동은 한 주기 T 동안 한 파장 λ만큼 나아가므로, 파동의 속력은 $v = \lambda/T = f\lambda$이다. 이때 $f = 1/T$는 진동수이다.

x축 위를 일정한 속력으로 한 방향으로 진행하는 파동이 있다. 파원은 $x = 0$에 있고, 파원으로부터 거리가 각각 $x = 0.5$ m, 1.0 m, 1.5 m인 세 위치에서 매질의 변위 y를 시간 t에 따라 측정하여 [그림 1]로 나타내었다. 세 그래프는 모두 같은 시각 $t = 0$에서 함께 측정을 시작한 것이다.



[그림 1] 세 위치 $x = 0.5$ m, 1.0 m, 1.5 m에서 측정한 변위-시간 그래프.

파동이 진행하는 동안 진폭은 줄지 않으며, 매질의 모든 점은 같은 모양으로 진동한다. 이웃한 두 측정 위치 사이(0.5 m)에서 파동의 위상은 한 주기에 해당하는 양보다 적게 변한다고 가정한다. (4)에서는 이 가정을 쓰지 않는다.

(1) 이 파동의 진폭, 주기, 진동수를 [그림 1]에서 읽고 그 근거를 밝히시오. **[1점]**

(2) 세 그래프에서 같은 위상(예를 들어 마루)이 나타나는 시각을 비교하여, 이 파동이 $+x$ 방향과 $-x$ 방향 가운데 어느 쪽으로 진행하는지 판정하시오. **[1점]**

(3) 이 파동의 파장과 속력을 구하고 그 근거를 밝히시오. 이어서 $t = 1.0$ s일 때의 파형, 즉 변위 y를 위치 x의 함수로 $0 \le x \le 7$ m 범위에서 그리고, 마루와 골의 위치를 밝히시오. **[2점]**

(4) 이웃한 측정 위치 사이에서 위상이 한 주기보다 적게 변한다는 가정을 버리면, [그림 1]만으로는 진행 방향과 파장이 하나로 정해지지 않는다. 이 파동이 $-x$ 방향으로 진행한다고 할 때 가능한 파장 가운데 가장 큰 값과 그때의 속력을 구하시오. **[1점]**

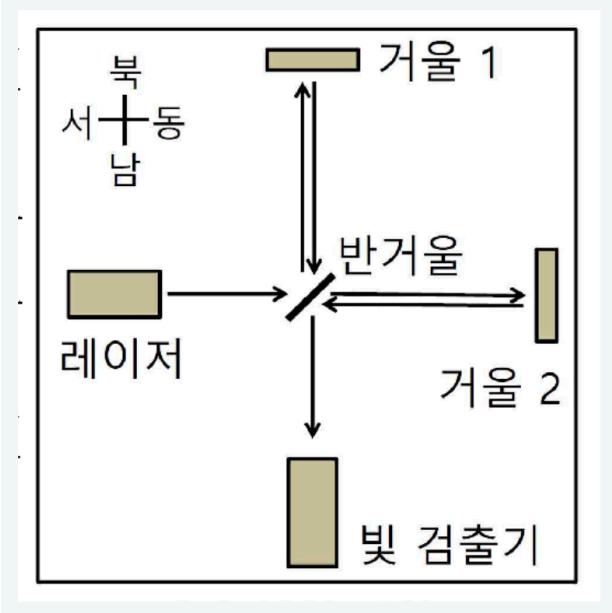
메모란 (풀이 정리용 · 채점 대상 아님)

문제 2 진동하는 두 거울과 간섭 신호

물리학 I · II | 빛의 간섭, 경로차와 위상차, 보강·상쇄 조건, 단진동과 주기, 자료 해석 | 준비 10분 · 답변 8분 | 5점

문항 및 제시문

[그림 2]는 마이컬슨 간섭계이다. 파장 $\lambda = 600$ nm인 레이저 빛이 서쪽에서 들어와 가운데의 반거울에서 절반은 북쪽의 거울 1로, 절반은 동쪽의 거울 2로 갈라진다. 두 빛은 각각 거울에서 전반사된 뒤 반거울에서 다시 합쳐져 남쪽의 빛 검출기로 들어간다. 반거울과 각 거울 사이의 거리는 수 km이고, 거울의 넓이는 빔의 단면보다 훨씬 크다.



[그림 2] 레이저, 반거울, 두 거울과 빛 검출기의 배치.

처음에는 검출기에서 상쇄 간섭이 일어나도록 두 거울의 위치를 맞추어 두었다. 이때 두 빛의 경로차를 δ_0라 하면 δ_0는 반파장의 홀수배이다. 그 뒤 외력을 받아 거울 1은 남북 방향으로, 거울 2는 동서 방향으로 진동하게 되었다. 두 진동의 진폭은 모두 $A = 10$ μm, 진동수는 모두 $f = 5$ Hz(주기 $T = 0.2$ s)이지만 위상차 φ는 알려져 있지 않다. 거울 1이 북쪽으로 움직인 변위를 $u_1 = A\cos(\omega t)$, 거울 2가 동쪽으로 움직인 변위를 $u_2 = A\cos(\omega t + \varphi)$라 하자($\omega = 2\pi f$). 두 방향 모두 거울이 반거울에서 멀어지는 쪽이다.

검출기에 들어오는 빛의 세기는 경로차 δ에 대하여 $I = I_0 \sin^2(\pi(\delta - \delta_0)/\lambda)$로 쓸 수 있다. 즉 $\delta - \delta_0$가 λ의 정수배가 되는 순간마다 검출기는 가장 어두워진다.

(1) 거울이 반거울에서 멀어지는 쪽으로 u만큼 움직이면 그 팔의 왕복 경로가 $2u$만큼 길어진다. 이를 이용하여 경로차 $\delta(t)$를 δ_0, A, ω, φ로 나타내고, δ가 진동하는 진폭을 구하시오. **[1점]**

(2) $\varphi = 0$일 때 검출기의 신호가 어떻게 되는지 답하고, 그 까닭을 (1)의 결과로 설명하시오. **[1점]**

(3) $\varphi = \pi$일 때 경로차의 진동 폭이 파장의 몇 배인지 구하고, 한 주기 T 동안 검출기가 가장 어두워지는 횟수를 구하시오. **[2점]**

(4) 일반적인 위상차 φ $(0 \le \varphi \le \pi)$에 대하여 한 주기 동안 가장 어두워지는 횟수 $N(\varphi)$를 구하시오. 또 $N = 98$이 되는 φ의 범위를 구하시오. **[1점]**

메모란 (풀이 정리용 · 채점 대상 아님)

면접위원용 자료

물리학 제 28 회 — 출제 의도 · 채점 기준 · 예시 답안

수험생에게 배부하지 마십시오. 이 부분은 문항정보(일반정보·출제 근거·문항 해설·채점 기준·예시 답안·추가 질문)를 담고 있으며, 면접 후 문항 검토와 피드백에 사용합니다.

[모의 면접 문항정보 — 물리학 제 28 회 · 문제 1]

1. 일반정보

유형	□ 논술고사 ■ 면접 및 구술고사 □ 선다형고사
전형명	KAIST형 자체 제작 모의 면접
계열(과목) / 문항번호	물리학 / 문제 1
출제 범위 (과목명)	물리학 I
핵심 개념 및 용어	파동의 진폭·주기·진동수, 파장과 속력 $v=\lambda/T$, 위상 지연과 진행 방향, 변위-시간 그래프와 변위-위치 그래프의 구별, 파형 그리기
예상 소요 시간	준비 10분 · 답변 8분

2. 출제 의도

· 1-(1) 변위-시간 그래프에서 읽을 수 있는 양(진폭·주기·진동수)과 읽을 수 없는 양(파장·속력)을 구별할 수 있는지 평가한다.
· 1-(2) 같은 위상이 더 먼 곳에 더 늦게 도달한다는 사실만으로 진행 방향을 논증할 수 있는지 평가한다.
· 1-(3) 위치에 따른 위상 지연을 파장으로 환산하고, 시간 그래프에서 얻은 정보를 같은 시각의 공간 파형으로 옮겨 그릴 수 있는지 평가한다.
· 1-(4) 측정이 위상을 2π의 정수배만큼 모호하게 남긴다는 점을 이해하고, 조건을 바꾸었을 때의 해를 일반적으로 구할 수 있는지 평가한다.

3. 출제 근거

가) 적용 교육과정 및 학습내용 성취 기준

문항	교육과정	학습내용 성취 기준
(1)	물리학 I — 파동과 정보 통신	파동의 진폭, 주기, 진동수, 파장을 그래프에서 읽을 수 있다.
(2)(3)	물리학 I — 파동과 정보 통신	파동의 속력을 $v=f\lambda$로 구하고 진행 방향을 설명할 수 있다.
(3)(4)	물리학 II — 파동과 물질의 성질	위상차를 이용하여 파동의 모습을 시간과 위치의 함수로 나타낼 수 있다.

나) 자료 출처

참고 자료	해당 내용
고등학교 물리학 I	파동과 정보 통신 — 파동의 요소, 파동의 진행과 속력
고등학교 물리학 II	파동과 물질의 성질 — 파동의 위상과 중첩

4. 문항 해설

(1) 세 그래프 모두 최대 변위가 1 m이므로 진폭은 1 m, 같은 상태가 되풀이되는 간격이 2 s이므로 $T=2$ s, $f=1/T=0.5$ Hz이다. (2) 마루가 나타나는 시각이 $x=0.5$ m에서 0.5 s, $x=1.0$ m에서 0.75 s, $x=1.5$ m에서 1.0 s로 **멀수록 늦으므로** 파동은 $+x$ 방향으로 진행한다. (3) 0.5 m 떨어진 두 점 사이의 지연이 0.25 s $=T/8$이므로 위상차는 $\pi/4$이고, 위상차 2π에 해당하는 거리가 파장이므로 $\lambda=0.5\times(2\pi)/(\pi/4)=4$ m, $v=\lambda/T=2$ m/s이다. 파형은 $y=\sin(\pi t-(\pi/2)x+\pi/4)$에서 $t=1.0$ s를 넣어 $y=\sin(5\pi/4-(\pi/2)x)$이고, 마루는 $x=1.5$ m, 5.5 m, 골은 $x=3.5$ m, $x=0$과 $x=7$ m에서는 $y\approx-0.71$ m이다. (4) 위상 조건은 2π의 정수배만큼 모호하므로 $k\times0.5=-\pi/4+2\pi n$이 되어 $-x$ 방향에서는 $k=4\pi n-\pi/2$ $(n\geq1)$이다. $n=1$에서 $k=7\pi/2$, $\lambda=4/7$ m, $v=2/7$ m/s가 최대 파장이다.

5. 채점 기준

하위 문항	채점 기준	배점
(1)	진폭 1 m, 주기 2 s, 진동수 0.5 Hz를 근거와 함께 읽은 경우	1
(2)	마루(또는 같은 위상)의 도달 시각이 x가 클수록 늦음을 들어 $+x$ 방향임을 논증한 경우	1
(3)	위상 지연 $T/8$에서 $\lambda = 4$ m, $v = 2$ m/s를 구한 경우 (1점) / $t = 1.0$ s의 파형을 마루 $x = 1.5$ m, 골 $x = 3.5$ m로 바르게 그린 경우 (1점)	2
(4)	위상의 2π 모호성을 반영하여 $\lambda = 4/7$ m, $v = 2/7$ m/s를 구한 경우	1

6. 예시 답안

(1) 진폭·주기·진동수

세 그래프 모두 변위가 -1 m와 $+1$ m 사이를 오가므로 진폭은 $A = 1$ m이다. 어느 그래프에서나 같은 상태(예를 들어 마루)가 2 s 간격으로 되풀이되므로

$$A = 1 \ \text{m}, \quad T = 2 \ \text{s}, \quad f = \frac{1}{T} = 0.5 \ \text{Hz} .$$

> 변위-시간 그래프는 **한 점이 시간에 따라 어떻게 흔들리는가**만 보여 준다. 따라서 한 그래프만으로는 파장과 속력을 알 수 없고, 서로 다른 위치의 그래프를 **비교**해야만 구할 수 있다.

(2) 진행 방향

각 그래프에서 처음으로 마루가 나타나는 시각은

$$x = 0.5 \ \text{m} : t = 0.5 \ \text{s}, \quad x = 1.0 \ \text{m} : t = 0.75 \ \text{s}, \quad x = 1.5 \ \text{m} : t = 1.0 \ \text{s}$$

이다. 파원에서 멀수록 같은 위상이 **늦게** 도달하고, 그 지연은 0.5 m마다 0.25 s로 일정하다. 파동은 위상이 먼저 나타난 곳에서 나중에 나타나는 곳으로 나아가므로

답 이 파동은 $+x$ 방향(파원에서 멀어지는 쪽)으로 진행한다.

한 주기를 넘지 않는 위상 변화라는 가정이 없다면 $-x$ 방향으로 진행하면서 0.5 m마다 $T - 0.25 = 1.75$ s씩 앞서는 것으로도 설명할 수 있다. 이 경우는 (4)에서 다룬다.

(3) 파장·속력과 $t = 1.0$ s의 파형

(i) 파장과 속력. 0.5 m 떨어진 두 점 사이의 지연이 0.25 s $= T/8$이므로 위상차는 $2\pi/8 = \pi/4$이다. 위상차가 2π가 되는 거리가 파장이므로

$$\lambda = 0.5 \ \text{m} \times \frac{2\pi}{\pi/4} = 0.5 \times 8 = 4 \ \text{m}, \quad v = \frac{\lambda}{T} = \frac{4}{2} = 2 \ \text{m/s} .$$

$$\lambda = 4 \ \text{m}, \quad v = 2 \ \text{m/s} .$$

속력은 지연으로도 확인된다. 0.5 m를 가는 데 0.25 s가 걸리므로 $v = 0.5/0.25 = 2$ m/s이다.

(ii) 파형. $x = 0.5$ m에서 $y = \sin(\pi t)$이고 x가 늘면 위상이 $(\pi/2)$씩 늦어지므로

$$y(x,t) = \sin\!\left(\pi t - \frac{\pi}{2}x + \frac{\pi}{4}\right).$$

$t = 1.0$ s를 넣으면 $y = \sin(5\pi/4 - (\pi/2)x)$이고, 실제로 [그림 1]과 맞는지 확인하면 $y(0.5, 1) = \sin(\pi) = 0$, $y(1.5, 1) = \sin(\pi/2) = 1$로 그래프의 값과 같다.

답 $t = 1.0$ s의 파형은 파장 4 m인 사인 곡선으로, **마루는 $x = 1.5$ m와 $x = 5.5$ m, 골은 $x = 3.5$ m**에 있다. $y = 0$인 점은 $x = 0.5, 2.5, 4.5, 6.5$ m이고, $x = 0$과 $x = 7$ m에서는 $y = -1/\sqrt{2} \approx -0.71$ m이다.

그리는 순서: ① [그림 1]에서 $t = 1.0$ s의 값을 읽어 $(0.5, 0)$, $(1.0, 0.71)$, $(1.5, 1)$ 세 점을 먼저 찍는다. ② 가장 가까운 마루가 $x = 1.5$ m임을 확인한다. ③ 파장이 4 m이므로 마루는 4 m 간격, 골은 마루에서 2 m 떨어진 곳에 있다. 이렇게 하면 $0 \le x \le 7$ m 안에 마루 2개와 골 1개가 들어간다. 파동이 $+x$ 방향으로 가므로, 이 파형을 오른쪽으로 밀면 다음 순간의 모습이 된다.

(4) 가정을 버렸을 때의 파장

측정으로 알 수 있는 것은 위상차뿐이고, 위상차는 2π의 정수배만큼 모호하다. $-x$ 방향으로 진행하는 파동을 $y = A\sin(\omega t + kx + c)$로 두면 x가 클수록 위상이 **앞선다**. x가 0.5 m 늘 때 측정된 위상 지연이 $\pi/4$이므로

$$k \times 0.5 = -\frac{\pi}{4} + 2\pi n \quad (n = 1, 2, 3, \ldots) \quad \Longrightarrow \quad k = 4\pi n - \frac{\pi}{2}.$$

k가 가장 작을 때 파장이 가장 크므로 $n = 1$에서 $k = 7\pi/2$이고

$$\lambda = \frac{2\pi}{k} = \frac{4}{7} \approx 0.57 \ \text{m}, \quad v = \frac{\lambda}{T} = \frac{2}{7} \approx 0.29 \ \text{m/s}\ .$$

0.5 m가 $7/8$ 파장에 해당하므로, $-x$ 방향으로 진행하는 이 파동은 먼 점이 $7/8$ 주기 먼저 흔들리고 이것이 $1/8$ 주기 늦은 것처럼 보인다. 같은 방식으로 $+x$ 방향에서도 $k = \pi/2 + 4\pi n$, 즉 $\lambda = 4/(1 + 8n)$ m인 해가 무수히 많다. 측정 위치를 더 촘촘히 하면 이 모호성이 사라진다.

7. 면접 추가 질문 및 검토 의견

· 추가 질문: “매질의 한 점이 움직이는 최대 속력과 파동의 속력 가운데 어느 쪽이 큰가?” ($\omega A = \pi \approx 3.1$ m/s로 매질 입자 쪽이 더 크다)
· 추가 질문: “$x = 2.5$ m에서의 변위-시간 그래프는 어떤 모양인가?” ($x = 0.5$ m의 그래프를 1.0 s만큼 오른쪽으로 민 것, 즉 $y = \sin(\pi t - \pi) = -\sin(\pi t)$)
· 검토 의견: (3)에서 변위-시간 그래프를 그대로 변위-위치 그래프로 옮겨 그리는 실수가 가장 잦다. 가로축이 무엇인지 먼저 확인시키고, 두 특정 점 $(0.5, 0)$과 $(1.5, 1)$을 먼저 찍게 한 뒤 파장 4 m로 이어 그리게 한다.

[모의 면접 문항정보 — 물리학 제 28 회 · 문제 2]

1. 일반정보

유형	□ 논술고사 ■ 면접 및 구술고사 □ 선다형고사
전형명	KAIST형 자체 제작 모의 면접
계열(과목) / 문항번호	물리학 / 문제 2
출제 범위 (과목명)	물리학 I , 물리학 II
핵심 개념 및 용어	빛의 간섭, 경로차와 보강·상쇄 조건, 두 단진동의 합성 $\cos\alpha-\cos\beta$, 공통 모드와 차동 모드, 간섭 무늬의 계수
예상 소요 시간	준비 10분 · 답변 8분

2. 출제 의도

· 2-(1) 거울의 변위가 경로차에 두 배로 반영된다는 점을 알고, 같은 진동수의 두 단진동의 차를 하나의 사인 함수로 합성할 수 있는지 평가한다.
· 2-(2) 식의 계수가 0이 되는 특수한 경우를 물리적 상황(두 팔이 같이 늘고 줄어듦)으로 해석할 수 있는지 평가한다.
· 2-(3) 경로차의 변화 폭을 파장 단위로 환산하고, 단조 구간을 나누어 조건을 만족하는 순간의 수를 빠짐없이 셀 수 있는지 평가한다.
· 2-(4) 특수한 두 경우를 하나의 식으로 일반화하고, 주어진 횟수를 만드는 조건을 역으로 구할 수 있는지 평가한다.

3. 출제 근거

가) 적용 교육과정 및 학습내용 성취 기준

문항	교육과정	학습내용 성취 기준
(1)(2)	물리학 I — 파동과 정보 통신	파동의 중첩과 간섭을 이해하고 경로차로 보강·상쇄 조건을 설명할 수 있다.
(1)(3)	물리학 II — 파동과 물질의 성질	두 빛의 경로차가 시간에 따라 변할 때 간섭 무늬의 변화를 설명할 수 있다.
(3)(4)	물리학 I — 역학과 에너지	단진동의 진폭·주기와 변위의 관계를 이해하고 적용할 수 있다.

나) 자료 출처

참고 자료	해당 내용
고등학교 물리학 I	파동과 정보 통신 — 파동의 간섭, 경로차와 위상차
고등학교 물리학 II	파동과 물질의 성질 — 빛의 간섭 실험과 간섭계

4. 문항 해설

(1) 거울 1이 북쪽으로 u_1 움직이면 북쪽 팔이 $2u_1$ 길어지고, 거울 2가 동쪽으로 u_2 움직이면 동쪽 팔이 $2u_2$ 길어지므로 $\delta(t)=\delta_0+2(u_1-u_2)$이다. $\cos\alpha-\cos\beta$ 공식을 쓰면 $\delta=\delta_0+4A\sin(\varphi/2)\sin(\omega t+\varphi/2)$이고 진동 폭은 $4A|\sin(\varphi/2)|$이다. (2) $\varphi=0$이면 진동 폭이 0이어서 δ가 δ_0로 고정된다. 두 팔이 똑같이 늘고 줄어 경로차가 변하지 않으므로 검출기는 계속 어두운 채로 남는다. (3) $\varphi=\pi$이면 진동 폭은 $4A=40\ \mu$m이고 $R=4A/\lambda=(40\times10^{-6})/(600\times10^{-9})=200/3\approx66.7$이다. $(\delta-\delta_0)/\lambda=-R\sin(\omega t)$가 정수가 될 때마다 가장 어두워지므로, $\sin$이 단조인 네 개의 $1/4$ 주기마다 $|R\sin|$이 0에서 66.7까지 변하며 정수 $1\sim66$을 지나 $4\times66=264$회, 여기에 $\omega t=0,\pi$에서 $R\sin=0$인 두 순간을 더해 모두 266회이다. (4) 일반적으로 $N(\varphi)=4\lfloor R|\sin(\varphi/2)|\rfloor+2\ (\varphi\neq0)$이고 $N(0)=0$이다. $N=98$이면 $\lfloor\cdot\rfloor=24$이므로 $24\le(200/3)\sin(\varphi/2)<25$, 즉 $0.737\le\varphi<0.769$ rad(약 42.2° 이상 44.0° 미만)이다.

5. 채점 기준

하위 문항	채점 기준	배점
(1)	$\delta = \delta_0 + 2(u_1 - u_2) = \delta_0 + 4A\sin(\varphi/2)\sin(\omega t + \varphi/2)$와 진동 폭 $4A\lvert\sin(\varphi/2)\rvert$를 구한 경우	1
(2)	$\varphi = 0$에서 진동 폭이 0임을 보이고 신호가 변하지 않음을 물리적으로 설명한 경우	1
(3)	$4A/\lambda = 200/3 \approx 66.7$배를 구한 경우 (1점) / $1/4$ 주기마다 정수 교차를 세어 $4\times 66 + 2 = 266$회를 얻은 경우 (1점)	2
(4)	$N(\varphi) = 4\lfloor 66.7\lvert\sin(\varphi/2)\rvert\rfloor + 2$를 쓰고 $N = 98$에서 $0.737 \le \varphi < 0.769$ rad를 구한 경우	1

6. 예시 답안

(1) 경로차의 식과 진동 폭

북쪽 팔의 길이를 L_1, 동쪽 팔을 L_2라 하면 빛은 각 팔을 왕복하므로 거울이 u만큼 멀어질 때 그 경로는 $2u$ 길어진다. 따라서

$$\delta(t) = \delta_0 + 2u_1 - 2u_2 = \delta_0 + 2A[\cos(\omega t) - \cos(\omega t + \varphi)].$$

$\cos\alpha - \cos\beta = -2\sin((\alpha+\beta)/2)\sin((\alpha-\beta)/2)$를 쓰면

$$\delta(t) = \delta_0 + 4A\sin\!\left(\frac{\varphi}{2}\right)\sin\!\left(\omega t + \frac{\varphi}{2}\right).$$

답 경로차는 처음 값 δ_0을 중심으로 진동 폭

$$4A\lvert\sin(\varphi/2)\rvert$$

로 흔들린다. 거울 하나의 진폭 A가 경로차에는 최대 4배로 확대되어 나타나며, 그 크기는 두 진동의 위상차만으로 정해진다.

(2) 위상차가 0인 경우

$\varphi = 0$이면 $\sin(\varphi/2) = 0$이므로 진동 폭이 0이고

$$\delta(t) = \delta_0 \quad (\text{시간에 무관}).$$

답 경로차가 전혀 변하지 않으므로 검출기는 처음의 상쇄 간섭을 그대로 유지하여 **계속 어두운 채로 남는다.** 신호에 아무 변화가 없다.

물리적으로는 거울 1이 북쪽으로 갈 때 거울 2도 동쪽으로 가므로 **두 팔이 똑같이 길어지고 똑같이 짧아진다.** 두 빛이 겪는 변화가 서로 상쇄되어 경로차에 남지 않는 것이다. 이러한 진동을 공통 모드라 한다.

(3) 위상차가 π인 경우의 어두워지는 횟수

$\varphi = \pi$이면 $\sin(\varphi/2) = 1$이므로 진동 폭은 최대가 되어

$$4A = 4\times 10\ \mu\text{m} = 40\ \mu\text{m}, \quad \delta(t) = \delta_0 - 4A\sin(\omega t).$$

이를 파장 단위로 바꾸면

$$R = \frac{4A}{\lambda} = \frac{40\times 10^{-6}}{600\times 10^{-9}} = \frac{200}{3} \approx 66.7 \ \ (\text{배})\ .$$

한 팔이 길어질 때 다른 팔은 짧아지므로 변화가 두 배로 겹쳐 쌓인 결과이다. 검출기가 가장 어두워지는 조건은 $(\delta - \delta_0)/\lambda = -R\sin(\omega t)$가 정수가 되는 것이다. 한 주기를 $\sin(\omega t)$가 단조인 네 개의 $1/4$ 주기로 나누면, 각 $1/4$ 주기마다 $\lvert R\sin(\omega t)\rvert$가 0과 66.7 사이를 단조롭게 지나며 정수 $1, 2, \ldots, 66$을 한 번씩 통과한다. 따라서 $4\times 66 = 264$회이고, 여기에 $\omega t = 0$과 $\omega t = \pi$에서 $R\sin = 0$(정수)인 두 순간을 더하면

답

$$N = 4 \times 66 + 2 = 266 \ \text{회 (한 주기 } 0.2 \ \text{ s 동안)}.$$

초당으로는 $266/0.2 = 1.33 \times 10^{3}$회이다.

되돌아서는 순간($\omega t = \pi/2$)의 $R\sin = 66.7$은 정수가 아니므로 그 순간은 세지 않는다. 다만 66.5를 이미 지났기 때문에 세기는 $\sin^2(0.67\pi) = 0.75 I_0$까지만 내려갔다가 되올라가, 양 끝의 밝은 봉우리가 얕은 골로 갈라진다. 밝아지는 횟수는 268회로 어두워지는 횟수보다 2회 많다.

(4) 일반적인 위상차

(1)에서 경로차의 진동 폭이 $4A|\sin(\varphi/2)|$이므로, 파장 단위의 진폭은 $R|\sin(\varphi/2)|$이다. (3)과 같은 방법으로 세면

$$N(\varphi) = 4\left\lfloor R\left|\sin\left(\frac{\varphi}{2}\right)\right|\right\rfloor + 2 \quad (\varphi \neq 0), \quad N(0) = 0, \quad R = \frac{200}{3}.$$

φ가 0에서 π로 커질수록 N도 커져 $\varphi = \pi$에서 최대 266회가 된다. $N = 98$이려면 $\lfloor R|\sin(\varphi/2)| \rfloor = 24$이어야 하므로

$$24 \le \frac{200}{3}\sin\left(\frac{\varphi}{2}\right) < 25 \quad \Longrightarrow \quad 0.36 \le \sin\left(\frac{\varphi}{2}\right) < 0.375.$$

답

$$0.737 \le \varphi < 0.769 \ \text{rad} \quad (\text{약 } 42.2^\circ \le \varphi < 44.0^\circ).$$

두 거울이 반대로 움직일 때(차동 모드) 신호가 가장 크고, 같이 움직일 때(공통 모드) 신호가 없다는 것이 이 장치의 핵심이다. 중력파는 서로 수직한 두 방향을 반대로 잡아당기므로 차동 모드로 나타나고, 지면의 진동이나 열에 의한 흔들림은 대개 공통 모드여서 저절로 걸러진다.

7. 면접 추가 질문 및 검토 의견

· 추가 질문: “처음에 보강 간섭이 되도록 맞추어 두었다면 $\varphi = \pi$에서의 횟수는 달라지는가?” (가장 밝아지는 조건과 어두워지는 조건이 맞바뀔 뿐 세는 방법은 같다)
· 추가 질문: “거울의 진동수를 5 Hz에서 50 Hz로 올리면 한 주기당 횟수와 초당 횟수는 각각 어떻게 되는가?” (한 주기당은 그대로 266회, 초당은 10배)
· 검토 의견: (1)에서 왕복이라는 점을 놓쳐 경로차를 $u_1 - u_2$로 쓰는 실수가 가장 잦다. (3)에서 R을 그대로 횟수로 답하거나 $2R$로 답하는 경우가 많으므로, $\sin$이 단조인 구간이 한 주기에 몇 개인지 먼저 묻는다.

PARTNER SERVICE

써봄 AI 논술 첨삭 서비스

말로 준비한 답, 글로 써 보면 빈틈이 보인다.

구술 답안을 글로 정리해 올리면, AI가 평가 기준에 따라 채점하고 상세한 피드백을 준다.

4개 영역 점수

논리구조 · 근거타당성 · 주장명확성 · 언어표현을 영역별 점수로 제공한다.

상세 피드백

강점, 개선점, 구체적 제안사항을 함께 짚어 준다.

간편한 업로드

PDF · DOCX · TXT 파일을 지원하고, 최대 10편까지 일괄 처리한다.

리포트 저장

첨삭 결과 리포트를 PDF로 내려받아 다시 볼 수 있다.

이 모의고사와 함께 쓰는 법

① 문항마다 내 답변을 한 편의 글로 정리한다. 결론 → 근거 → 검증 순서로 쓴다.

② writegrow.net 에 답안을 올려 영역별 점수와 피드백을 받는다.

③ 예시답안과 비교해 빠진 논리 단계를 채우고, 다시 써서 점수 변화를 확인한다.

회원가입 시 3회 무료 분석

Google Gemini 기반 AI가 논술문을 자동 분석한다.

writegrow.net