KAIST형 모의 면접·구술고사

물리학

PHYSICS

매달린 막대의 장력 분배 · 진자와 포물선 운동

※ 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	두 겹으로 매달린 막대 — 줄이 느슨해지는 경계	10분 · 8분	5점
문제 2	줄이 끊어진 진자 — 최고점과 수평 도달 거리	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-14 **제작** 2026. 9. **봉인 상태 확인** 개봉 흔적이 있으면 배부 전 감독관에게 알리십시오.

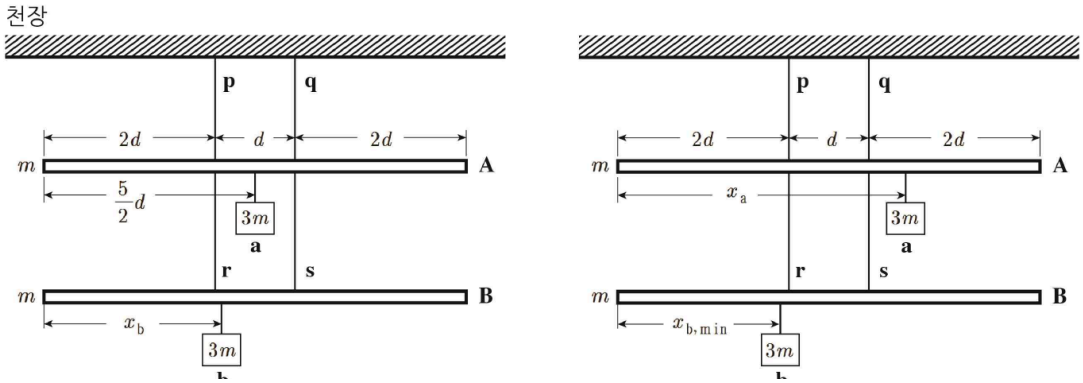
본 문항은 KAIST 면접 및 구술고사 공개 문항 형식에 맞추어 자체 제작한 **비공식 창작 모의문항**입니다. KAIST의 공식 또는 예상 문항이 아니며, 특정 대학의 실제 시험 문항을 옮긴 것이 아닙니다.

문제 1 두 겹으로 매달린 막대

물리학 I · II | 돌림힘의 평형, 힘의 평형, 무게 중심, 장력의 부호 조건 | 준비 10분 · 답변 8분 | 5점

문항 및 제시문

[그림 1]과 같이 천장에 매단 두 줄 p, q가 막대 A를 받치고, 막대 A에 매단 두 줄 r, s가 막대 B를 받쳐 두 막대가 모두 수평으로 정지해 있다. 두 막대는 밀도가 균일하고 질량이 각각 m, 길이가 각각 $5d$이다. 네 줄은 각 막대의 왼쪽 끝에서 $2d$와 $3d$인 자리에 연결되어 있다(p, r는 $2d$, q, s는 $3d$). 질량이 $3m$인 물체 a는 A에, 질량이 $3m$인 물체 b는 B에 매달려 있다.



[그림 1] 왼쪽: a가 A의 중앙에 있는 경우. 오른쪽: b를 왼쪽 한계 위치에 두고 a를 옮기는 경우.

줄의 질량과 막대의 두께는 무시하고 중력 가속도는 g이다. 줄은 당기는 힘만 전달할 수 있으므로 장력은 0보다 작아질 수 없다.

(1) a가 A의 중앙(왼쪽 끝에서 $5d/2$)에 있다. B가 수평을 유지할 수 있는 x_b의 최솟값 $x_{b,\min}$을 구하고, 그때 줄 r가 B를 당기는 힘 F_r를 구하시오. (x_b는 B의 왼쪽 끝에서 b까지의 거리이다.) **[2점]**

(2) b를 $x_b = x_{b,\min}$에 고정한 채 a를 A의 왼쪽 끝에서 x_a인 곳으로 옮긴다. p와 q가 A를 당기는 힘 F_p, F_q를 x_a의 식으로 나타내고, A가 수평을 유지할 수 있는 x_a의 범위를 구하시오. **[2점]**

(3) (2)에서 구한 범위 전체에서 $F_p + F_q$가 일정함을 보이고, 그 값이 무엇인지 밝히시오. 또 F_p와 F_q가 서로 같아지는 x_a를 구하시오. **[1점]**

(4) 막대의 질량을 m 대신 M으로 일반화하였을 때 $x_{b,\min}$을 M, m, d로 나타내고, $M \to 0$인 극한에서의 값이 갖는 물리적 의미를 설명하시오. **[1점]**

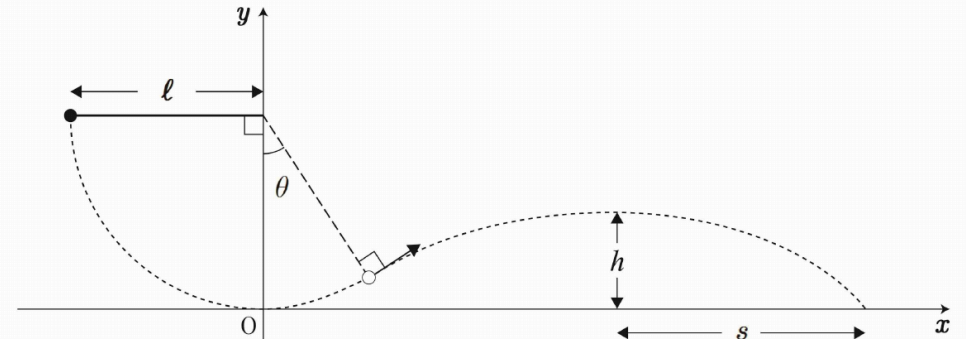
메모란 (풀이 정리용 · 채점 대상 아님)

문제 2 줄이 끊어진 진자

물리학 I · II | 역학적 에너지 보존, 포물선 운동, 원운동의 구심력, 최댓값 조건 | 준비 10분 · 답변 8분 | 5점

문항 및 제시문

[그림 2]와 같이 길이 ℓ인 줄 끝에 매단 질량 m인 물체를 줄이 수평이 되는 위치에서 가만히 놓았다. 물체가 최저점 O를 지나 반대쪽으로 올라가 줄이 연직선(y축)과 이루는 각이 $\theta (0 < \theta < \pi/2)$가 되는 순간 줄이 끊어진다. 그 뒤 물체는 포물선을 그리며 날아가 O를 지나는 수평면(x축)에 떨어진다. 최고점의 높이를 h, 최고점을 지난 뒤 x축에 닿을 때까지의 수평 거리를 s라 한다.



[그림 2] 줄이 끊어진 뒤의 궤적과 h, s의 정의.

공기 저항과 줄의 질량은 무시하며 중력 가속도는 g이다. 줄이 끊어지는 순간 물체의 속도는 줄에 수직이다.

(1) 줄이 끊어지는 순간 물체의 속력 v_i와 그때의 높이 y_i를 각각 θ로 나타내시오. **[1점]**

(2) 최고점의 높이 h를 ℓ과 θ로 나타내시오. **[1점]**

(3) 수평 거리 s를 ℓ과 θ로 나타내고, s가 최대가 되는 $\theta = \theta_o$에 대하여 $\cos^3\theta_o$의 값과 그때의 s의 최댓값을 구하시오. **[2점]**

(4) 줄이 끊어지기 직전 줄의 장력을 θ로 나타내시오. 줄이 견딜 수 있는 최대 장력이 $2mg$라면 줄은 어느 각에서 끊어지는지 구하시오. **[1점]**

메모란 (풀이 정리용 · 채점 대상 아님)

면접위원용 자료

물리학 제 14 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 14 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 , 물리학 II
핵심 개념 및 용어	돌림힘의 평형, 힘의 평형, 균일한 막대의 무게 중심, 장력 ≥ 0 조건, 평형이 가능한 위치의 범위
예상 소요 시간	준비 10분 · 답변 8분

2. 출제 의도

· 1-(1) '수평을 유지할 수 있는 한계'가 **한쪽 줄의 장력이 0이 되는 순간**임을 스스로 알아내는 것이 핵심이다. 조건을 찾은 뒤에는 힘과 돌림힘의 평형만으로 답이 나온다.
· 1-(2) 아래 막대의 결과를 작용 반작용으로 위 막대에 넘겨, 두 식의 연립으로 두 미지의 장력을 구할 수 있는지 평가한다.
· 1-(3) 결과식의 구조를 읽어 합이 보존되는 까닭을 힘의 평형으로 설명할 수 있는지 평가한다.
· 1-(4) 기호를 일반화하고 극한을 취해 결과의 의미를 해석할 수 있는지 평가한다.

3. 출제 근거

가) 적용 교육과정 및 학습내용 성취 기준

문항	교육과정	학습내용 성취 기준
(1)(2)	물리학 II — 역학적 상호작용	돌림힘을 이해하고 강체가 평형을 이룰 조건을 설명할 수 있다.
(1)(3)	물리학 I — 역학과 에너지	여러 힘이 작용하는 물체의 힘의 평형을 분석할 수 있다.
(2)	물리학 I — 역학과 에너지	작용 반작용 법칙을 이용하여 연결된 물체 사이의 힘을 분석할 수 있다.

나) 자료 출처

참고 자료	해당 내용
고등학교 물리학 II	역학적 상호작용 — 돌림힘과 강체의 평형
고등학교 물리학 I	역학과 에너지 — 힘의 평형, 작용 반작용

4. 문항 해설

(1) b를 왼쪽으로 옮길수록 B는 반시계 방향으로 돌려는 경향이 커지고, 그것을 막는 것은 오른쪽 줄 s의 장력이다. 따라서 한계는 $F_s = 0$인 순간이다. 이때 힘의 평형에서 $F_r = mg + 3mg = 4mg$이고, r의 연결점($2d$)을 축으로 한 돌림힘 평형 $3mg(2d - x_b) = mg(5d/2 - 2d)$에서 $x_{b,\min} = 11d/6$이다. (2) 작용 반작용에 의해 r는 A를 아래로 $4mg$로 당긴다. A에 대한 힘의 평형 $F_p + F_q = mg + 3mg + 4mg = 8mg$, 왼쪽 끝을 축으로 한 돌림힘 평형 $2dF_p + 3dF_q = 3mgx_a + mg(5d/2) + 4mg(2d)$를 연립하면 $F_p = (27/2)mg - 3mgx_a/d$, $F_q = 3mgx_a/d - (11/2)mg$이다. $F_q \geq 0$에서 $x_a \geq 11d/6$, $F_p \geq 0$에서 $x_a \leq 9d/2$이다. (3) 두 식을 더하면 x_a 항이 상쇄되어 항상 $8mg$이며, 이는 A에 걸린 전체 무게가 변하지 않기 때문이다. $F_p = F_q = 4mg$인 곳은 $x_a = 19d/6$이다. (4) 일반화하면 $3m(2d - x_b) = M(5d/2 - 2d)$에서 $x_{b,\min} = 2d - Md/(6m)$이고, $M \to 0$이면 $2d$로 수렴한다. 질량 없는 막대는 지지점 바로 아래에 물체가 있을 때만 평형이 가능하다는 뜻이다.

5. 채점 기준

하위 문항	채점 기준	배점
(1)	한계 조건이 $F_s = 0$임을 밝힌 경우 (1점) / $F_r = 4mg$와 $x_{b,\min} = 11d/6$을 구한 경우 (1점)	2
(2)	r가 A를 아래로 $4mg$로 당김을 밝히고 힘·돌림힘의 평형을 세운 경우 (1점) / F_p, F_q와 범위 $11d/6 \le x_a \le 9d/2$를 구한 경우 (1점)	2
(3)	$F_p + F_q = 8mg$가 일정함을 보이고 $x_a = 19d/6$을 구한 경우	1
(4)	$x_{b,\min} = 2d - Md/(6m)$과 $M \to 0$에서 $2d$가 되는 의미를 설명한 경우	1

6. 예시 답안

(1) B가 수평을 유지할 수 있는 한계

b를 왼쪽으로 옮길수록 B를 반시계 방향으로 돌리려는 돌림힘이 커지고, 이를 막아 주는 것은 오른쪽 줄 s가 위로 당기는 힘이다. 줄은 당기는 힘만 전달하므로 $F_s \ge 0$이고, 평형이 가능한 한계는

답 $F_s = 0$이 되는 순간이다. 이보다 더 왼쪽으로 가면 s가 B를 눌러 주어야 하는데 줄은 그럴 수 없으므로 B가 기울어진다.

이때 B에 작용하는 연직 방향 힘의 평형은

$$F_r = mg + 3mg = 4mg\ .$$

r의 연결점(B의 왼쪽 끝에서 $2d$)을 회전축으로 잡으면 F_r의 돌림힘이 사라진다. b는 축의 왼쪽, B의 무게 중심($5d/2$)은 축의 오른쪽에 있으므로

$$3mg\left(2d - x_{b,\min}\right) = mg\left(5\frac{d}{2} - 2d\right) = mg\frac{d}{2}$$

$$\Longrightarrow \quad 2d - x_{b,\min} = \frac{d}{6} \quad \Longrightarrow \quad x_{b,\min} = \frac{11d}{6}\ .$$

(2) A를 당기는 두 힘

작용 반작용에 의해 줄 r는 A를 아래로 $4mg$의 힘으로 당기고, 그 작용점은 A의 왼쪽 끝에서 $2d$이다. (s의 장력은 0이므로 A에 아무 힘도 주지 않는다.)

A에 대한 연직 방향 힘의 평형:

$$F_p + F_q = mg + 3mg + 4mg = 8mg.$$

A의 왼쪽 끝을 회전축으로 한 돌림힘의 평형:

$$2dF_p + 3dF_q = 3mgx_a + mg\frac{5d}{2} + 4mg(2d) = 3mgx_a + \frac{21}{2}mgd.$$

두 식을 연립하면

$$F_p = \frac{27}{2}mg - 3mg\frac{x_a}{d}, \quad F_q = 3mg\frac{x_a}{d} - \frac{11}{2}mg.$$

줄의 장력은 음수가 될 수 없으므로

$$F_q \ge 0 \Longrightarrow x_a \ge \frac{11d}{6}, \quad F_p \ge 0 \Longrightarrow x_a \le \frac{9d}{2}.$$

답

$$\frac{11d}{6} \le x_a \le \frac{9d}{2}.$$

왼쪽 끝에서는 $(F_p, F_q) = (8mg, 0)$, 오른쪽 끝에서는 $(0, 8mg)$이 되어 한쪽 줄이 모든 하중을 떠맡는다.

(3) 두 장력의 합

(2)의 두 식을 더하면 x_a에 비례하는 항이 $-3mgx_a/d$와 $+3mgx_a/d$로 정확히 상쇄되어

$$F_p + F_q = \frac{27}{2}mg - \frac{11}{2}mg = 8mg \quad (\textbf{일정}).$$

이는 당연한 결과다. A에 걸린 아래 방향 하중은 A 자신의 무게 mg, 물체 a의 무게 $3mg$, 줄 r가 당기는 $4mg$로 모두 합하면 $8mg$이며, a를 **어디로 옮기든 무게의 총합은 변하지 않기** 때문이다. a의 위치는 두 줄이 그 $8mg$를 어떤 비율로 나누어 지는지만 바꾼다.

$F_p = F_q$인 곳은 각각 $4mg$일 때이므로

$$3mg\frac{x_a}{d} - \frac{11}{2}mg = 4mg \quad \Longrightarrow \quad x_a = \frac{19d}{6}\,.$$

이는 두 줄의 중점 $5d/2$보다 오른쪽인데, 줄 r가 A를 왼쪽($2d$)에서 아래로 세게 당기고 있어 균형을 맞추려면 a가 오른쪽으로 가야 하기 때문이다.

(4) 막대 질량의 일반화와 극한

(1)의 돌림힘 평형에서 막대 질량만 M으로 바꾸면

$$3mg\big(2d - x_{b,\min}\big) = Mg\left(5\frac{d}{2} - 2d\right) = Mg\frac{d}{2}$$

$$x_{b,\min} = 2d - \frac{Md}{6m}.$$

$M \to 0$이면 $x_{b,\min} \to 2d$이다.

답 질량이 없는 막대는 자신의 무게로 만드는 돌림힘이 없으므로, b가 지지점 r의 바로 아래에 있을 때만 평형이 가능하다. 조금이라도 왼쪽으로 가면 균형을 잡아 줄 것이 전혀 없어 즉시 기울어진다. 막대의 무게는 b가 왼쪽으로 갈 수 있는 '여유'를 만들어 주는 셈이며, 그 여유는 $Md/(6m)$으로 막대가 무거울수록 커진다.

7. 면접 추가 질문 및 검토 의견

· 추가 질문: "b를 오른쪽으로 옮길 때의 한계 $x_{b,\max}$는 얼마인가? 그때 어떤 줄의 장력이 0이 되는가?"
· 추가 질문: "줄 p가 견딜 수 있는 최대 장력이 $6mg$라면 x_a의 허용 범위는 어떻게 줄어드는가?"
· 검토 의견: (1)에서 한계 조건을 찾지 못하고 미지수 두 개짜리 식만 세우는 경우가 가장 흔하다. "줄이 막대를 아래로 눌러 줄 수 있는가?"를 물으면 길이 열린다. (2)에서 r의 힘을 위 방향으로 잘못 그리는 실수도 잦으므로 작용 반작용의 상대를 명확히 짚게 한다.

[모의 면접 문항정보 — 물리학 제 14 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	역학적 에너지 보존, 포물선 운동의 분해, 최고점 조건, 치환을 이용한 최댓값, 원운동의 구심력과 장력
예상 소요 시간	준비 10분 · 답변 8분

2. 출제 의도

· 2-(1) 줄의 장력이 일을 하지 않음을 이용해 에너지 보존으로 속력을 구하고, 기하에서 높이를 읽을 수 있는지 평가한다.
· 2-(2) 포물선 운동의 연직 성분만 따로 떼어 최고점 높이를 구하고, 출발 높이를 더하는 과정을 정확히 밟는지 평가한다.
· 2-(3) 두 양의 곱 꼴로 정리한 뒤 $u=\cos^3\theta$로 치환하면 미분 없이 최댓값이 나오는 구조를 발견할 수 있는지 평가한다. 결과가 $s_{\max}=\ell$로 단순해지는 점이 이 문항의 묘미다.
· 2-(4) 같은 상황을 원운동의 관점에서 다시 보아 장력을 구하고, 조건을 역으로 풀 수 있는지 평가한다.

3. 출제 근거

가) 적용 교육과정 및 학습내용 성취 기준

문항	교육과정	학습내용 성취 기준
(1)(2)	물리학 I — 역학과 에너지	역학적 에너지 보존 법칙을 이용하여 물체의 속력을 구할 수 있다.
(2)(3)	물리학 I — 역학과 에너지	포물선 운동을 수평·연직 성분으로 나누어 분석할 수 있다.
(4)	물리학 II — 역학적 상호작용	등속 원운동과 구심력의 관계를 이해하고 장력을 구할 수 있다.

나) 자료 출처

참고 자료	해당 내용
고등학교 물리학 I	역학과 에너지 — 역학적 에너지 보존, 포물선 운동
고등학교 물리학 II	역학적 상호작용 — 원운동과 구심력

4. 문항 해설

(1) 출발점은 고정점과 같은 높이이므로 최저점 O에서 잰 출발 높이는 ℓ이다. 줄이 각 θ일 때의 높이는 $y_i=\ell(1-\cos\theta)$이므로 에너지 보존에서 $v_i=\sqrt{2g\ell\cos\theta}$이다. (2) 속도는 줄에 수직이므로 수평과 이루는 각도 θ이고 연직 성분은 $v_i\sin\theta$이다. 최고점까지 더 올라가는 높이가 $v_i^2\sin^2\theta/(2g)=\ell\sin^2\theta\cos\theta$이므로 $h=\ell(1-\cos\theta)+\ell\sin^2\theta\cos\theta=\ell(1-\cos^3\theta)$로 깔끔하게 정리된다. (3) 최고점에서 x축까지 떨어지는 시간은 $t_s=\sqrt{2h/g}$이고 수평 속력은 $v_i\cos\theta$이므로 $s=2\ell\sqrt{\cos^3\theta(1-\cos^3\theta)}$이다. $u=\cos^3\theta$로 두면 $s=2\ell\sqrt{u(1-u)}$이고 $u=1/2$에서 최대, $s_{\max}=\ell$이다. (4) 줄이 끊어지기 직전까지는 원운동이므로 $T-mg\cos\theta=mv^2/\ell$에 $v^2=2g\ell\cos\theta$를 넣어 $T=3mg\cos\theta$이다. $T=2mg$이면 $\cos\theta=2/3$이다.

5. 채점 기준

하위 문항	채점 기준	배점
(1)	$y_i = \ell(1-\cos\theta)$와 $v_i = \sqrt{2g\ell\cos\theta}$를 구한 경우	1
(2)	$h = \ell(1-\cos^3\theta)$를 유도한 경우	1
(3)	$s = 2\ell\sqrt{\cos^3\theta(1-\cos^3\theta)}$를 유도한 경우 (1점) / $\cos^3\theta_o = 1/2$와 $s_{\max} = \ell$을 구한 경우 (1점)	2
(4)	$T = 3mg\cos\theta$를 유도하고 $\cos\theta = 2/3$을 구한 경우	1

6. 예시 답안

(1) 줄이 끊어지는 순간의 상태

줄의 고정점은 최저점 O보다 ℓ만큼 위에 있고, 출발 위치는 줄이 수평이므로 고정점과 같은 높이, 즉 O보다 ℓ만큼 위다. 줄이 연직선과 각 θ를 이룰 때 물체의 높이는

$$y_i = \ell - \ell\cos\theta = \ell(1-\cos\theta).$$

줄의 장력은 언제나 속도에 수직이므로 일을 하지 않는다. 따라서 역학적 에너지가 보존되어

$$mg\ell = mgy_i + \frac{1}{2}mv_i^2 \quad\Longrightarrow\quad \frac{1}{2}v_i^2 = g\ell\cos\theta$$

$$v_i = \sqrt{2g\ell\cos\theta}.$$

(2) 최고점의 높이

속도는 줄에 수직이므로 수평과 이루는 각이 θ이고, 연직 성분은 $v_{i,y} = v_i\sin\theta$이다. 줄이 끊어진 뒤에는 포물선 운동이므로 연직 성분이 0이 될 때까지 더 올라가는 높이는

$$\frac{v_{i,y}^2}{2g} = \frac{2g\ell\cos\theta\sin^2\theta}{2g} = \ell\sin^2\theta\cos\theta.$$

따라서

$$h = y_i + \ell\sin^2\theta\cos\theta = \ell(1-\cos\theta) + \ell(1-\cos^2\theta)\cos\theta.$$

괄호를 풀면 $\ell - \ell\cos\theta + \ell\cos\theta - \ell\cos^3\theta$이므로

답

$$h = \ell(1-\cos^3\theta).$$

$\theta\to 0$이면 $h\to 0$(최저점에서 끊기면 수평으로 날아가므로 더 올라가지 못함), $\theta\to\pi/2$이면 $h\to\ell$(거의 출발 높이까지 되돌아감)로 양 극한이 모두 타당하다.

(3) 수평 거리 s의 최댓값

최고점에서는 연직 속도가 0이므로, 거기서 x축까지 떨어지는 데 걸리는 시간은

$$h = \frac{1}{2}gt_s^2 \quad\Longrightarrow\quad t_s = \sqrt{\frac{2h}{g}} = \sqrt{\frac{2\ell(1-\cos^3\theta)}{g}}.$$

수평 속력은 변하지 않고 $v_{i,x} = v_i\cos\theta = \cos\theta\sqrt{2g\ell\cos\theta}$이므로

$$s = v_{i,x}t_s = \cos\theta\sqrt{2g\ell\cos\theta}\cdot\sqrt{\frac{2\ell(1-\cos^3\theta)}{g}}.$$

근호 안을 정리하면 $4\ell^2\cos^3\theta(1-\cos^3\theta)$이므로

$$s = 2\ell\sqrt{\cos^3\theta(1-\cos^3\theta)}.$$

여기서 $u=\cos^3\theta$로 두면 $0<u<1$이고 $s=2\ell\sqrt{u(1-u)}$이다. $u(1-u)=1/4-(u-1/2)^2$이므로 $u=1/2$에서 최대가 된다.

답

$$\cos^3\theta_o=\frac{1}{2},\quad s_{\max}=2\ell\sqrt{\frac{1}{4}}=\ell.$$

($\cos\theta_o=2^{-1/3}\approx 0.794$이므로 $\theta_o\approx 37.5^\circ$이고, 이때 $h=\ell/2$이다.) 최대 수평 거리가 줄의 길이와 정확히 같아지는 것은 u와 $1-u$의 곱이 두 값이 같을 때 최대가 되는 구조에서 나온 결과이며, 미분 없이도 완전제곱만으로 얻을 수 있다.

(4) 끊어지기 직전의 장력

줄이 끊어지기 전까지 물체는 반지름 ℓ인 원운동을 한다. 줄 방향(중심 방향)의 운동 방정식은 장력 T에서 중력의 줄 방향 성분 $mg\cos\theta$를 뺀 것이 구심력이 되므로

$$T-mg\cos\theta=\frac{mv^2}{\ell},\quad v^2=2g\ell\cos\theta$$

$$\Longrightarrow\quad T=mg\cos\theta+2mg\cos\theta=3mg\cos\theta\ .$$

장력은 최저점($\theta=0$)에서 $3mg$로 최대이고 각이 커질수록 줄어든다. 줄이 견딜 수 있는 최대 장력이 $2mg$라면 물체가 올라오면서 장력이 $2mg$ 아래로 내려가는 순간이 아니라, **내려오는 쪽에서 장력이 $2mg$에 도달하는 순간**에 끊어진다.

$$3mg\cos\theta=2mg\quad\Longrightarrow\quad\cos\theta=\frac{2}{3},\quad\theta\approx 48.2^\circ\ .$$

답 즉 물체가 수평에서 내려오다가 연직선과 약 48°를 이루는 지점에서 줄이 끊어진다. 이때 $\cos^3\theta=8/27\approx 0.30<1/2$이므로 (3)의 최적 각보다 더 큰 각이고, 수평 거리는 최댓값 ℓ에 못 미친다.

7. 면접 추가 질문 및 검토 의견

· 추가 질문: “총 수평 이동 거리(끊어진 지점부터 착지점까지)가 최대가 되는 각은 (3)의 θ_o와 같은가?” (다르다 — 상승 구간의 수평 이동이 더해지기 때문)
· 추가 질문: “줄이 최저점에서 끊어지면 어떤 운동을 하는가? s는 얼마인가?”
· 검토 의견: (2)에서 끊어진 지점의 높이 y_i를 더하지 않고 추가 상승분만 답하는 실수가 가장 흔하다. 그림에서 h가 어디부터 재는 높이인지 손으로 짚게 한다. (3)에서 치환을 떠올리지 못하면 $\cos\theta=t$로 두고 미분하게 해도 되지만 식이 복잡해지므로, 먼저 s^2을 써 보게 하면 구조가 드러난다.

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