KAIST형 모의 면접·구술고사

물리학

PHYSICS

연결된 두 물체의 내력 · 부력과 저울 눈금

※ 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	막대로 이은 두 물체가 힘 구간을 지날 때	10분 · 8분	5점
문제 2	물을 부을 때 저울 눈금과 용수철 길이	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-15 **제작** 2026. 9. **봉인 상태 확인** 개봉 흔적이 있으면 배부 전 감독관에게 알리십시오.

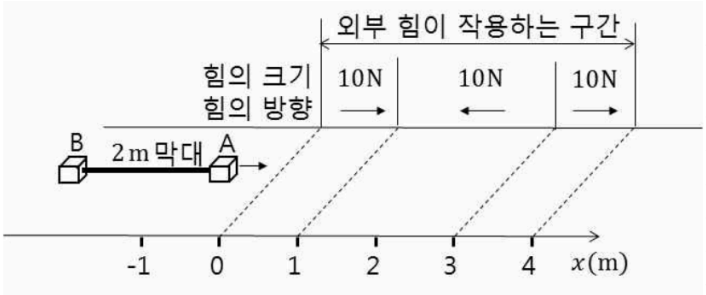
본 문항은 KAIST 면접 및 구술고사 공개 문항 형식에 맞추어 자체 제작한 **비공식 창작 모의문항**입니다. KAIST의 공식 또는 예상 문항이 아니며, 특정 대학의 실제 시험 문항을 옮긴 것이 아닙니다.

문제 1 막대로 이은 두 물체

물리학 I · II | 뉴턴 운동 법칙, 내력과 외력, 일-운동 에너지 정리, 작용 반작용 | 준비 10분 · 답변 8분 | 5점

문항 및 제시문

[그림 1]과 같이 질량이 각각 $1\ \mathrm{kg}$인 물체 A, B가 길이 $2\ \mathrm{m}$인 질량 없는 막대로 이어져 x축과 나란하게 속력 v로 등속 직선 운동하다가 외부 힘이 작용하는 구간에 들어간다. A가 앞, B가 뒤이므로 $x_B = x_A - 2\ \mathrm{m}$이다. 외부 힘은 [표]와 같이 **각 물체의 위치에 따라 그 물체에만** 작용하며, 막대에는 외부 힘이 직접 작용하지 않는다.



물체의 위치	외부 힘	
	크기	방향
$x < 0$	0	
$0 \le x < 1\ \mathrm{m}$	$10\ \mathrm{N}$	$+x$
$1\ \mathrm{m} \le x < 3\ \mathrm{m}$	$10\ \mathrm{N}$	$-x$
$3\ \mathrm{m} \le x < 4\ \mathrm{m}$	$10\ \mathrm{N}$	$+x$
$x \ge 4\ \mathrm{m}$	0	

[그림 1]과 [표] 외부 힘이 작용하는 구간과 위치별 힘의 크기·방향.

막대가 A에 작용하는 힘을 $F_{A,\text{막대}}$라 하고, $+x$ 방향이면 양(+), $-x$ 방향이면 음($-$)으로 나타낸다. 물체의 크기와 마찰은 무시한다.

(1) 계 전체의 운동 방정식과 A에 대한 운동 방정식을 각각 세워, $F_{A,\text{막대}}$를 두 물체에 작용하는 외부 힘 $F_{A,\text{외}}$, $F_{B,\text{외}}$로 나타내시오. **[1점]**

(2) $x_A = 0$부터 $x_A = 6\ \mathrm{m}$까지 $F_{A,\text{막대}}$를 x_A에 따른 그래프로 나타내시오. 또 막대가 당겨지는(장력) 구간과 눌리는(압축) 구간을 각각 밝히시오. **[2점]**

(3) B가 $x \ge 4\ \mathrm{m}$인 영역으로 빠져나가기 위한 v의 최솟값을 구하시오. **[1점]**

(4) A와 B의 질량이 각각 m_A, m_B로 서로 다를 때 $F_{A,\text{막대}}$의 일반식을 구하시오. 또 (3)의 최소 속력이 두 질량에 어떻게 의존하는지 밝히시오. **[1점]**

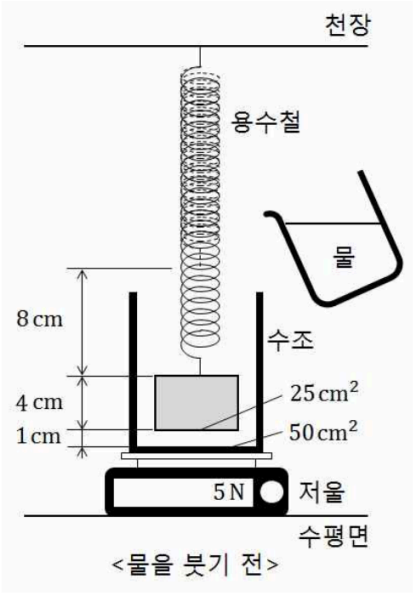
메모란 (풀이 정리용 · 채점 대상 아님)

문제 2 물을 부을 때의 저울 눈금

물리학 I · II | 부력, 훅 법칙, 힘의 평형, 작용 반작용, 압력 | 준비 10분 · 답변 8분 | 5점

문항 및 제시문

[그림 2]와 같이 저울 위에 밑면적 $50\ \mathrm{cm}^2$, 무게 $5\ \mathrm{N}$인 수조가 놓여 있고, 그 안에 단면적 $25\ \mathrm{cm}^2$, 높이 $4\ \mathrm{cm}$, 밀도 $2\ \mathrm{g/cm}^3$인 원기둥 모양의 물체가 천장에 매단 용수철에 연결되어 정지해 있다. 물을 붓기 전에는 용수철이 원래 길이보다 $8\ \mathrm{cm}$ 늘어나 있고, 물체의 밑면은 수조 바닥에서 $1\ \mathrm{cm}$ 위에 있다.



[그림 2] 물을 붓기 전의 모습.

이제 수조에 물을 천천히 부어 수면 높이가 수조 바닥에서 h가 되게 한다. 이때 저울이 가리키는 값을 w, 용수철이 늘어난 길이를 l이라 하자. 물의 밀도는 $1\ \mathrm{g/cm}^3$, 중력 가속도는 $10\ \mathrm{m/s}^2$이고, 용수철의 위 끝은 천장에 고정되어 움직이지 않는다.

(1) 물체의 무게와 용수철 상수 k를 구하시오. **[1점]**

(2) $h = 10\ \mathrm{cm}$일 때 물체가 완전히 잠겨 있음을 보이고, 그때의 l을 구하시오. **[1점]**

(3) $0 \le h \le 10\ \mathrm{cm}$에서 w와 l을 각각 h의 식으로 나타내고 두 그래프의 개형을 그리시오. (물체가 물에 잠기기 시작하는 h와 완전히 잠기는 h를 반드시 구하여 표시하시오.) **[2점]**

(4) $h = 10\ \mathrm{cm}$일 때의 w를 수조·물·물체 전체를 하나의 계로 보는 방법으로 다시 구하여 (3)의 결과와 일치함을 확인하시오. **[1점]**

메모란 (풀이 정리용 · 채점 대상 아님)

면접위원용 자료

물리학 제 15 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 15 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	뉴턴 제2법칙, 내력과 외력의 구분, 작용 반작용, 일-운동 에너지 정리, 퍼텐셜 장벽
예상 소요 시간	준비 10분 · 답변 8분

2. 출제 의도

· 1-(1) 계 전체와 부분을 각각 따로 보는 두 개의 운동 방정식을 세워 내력을 분리해 내는 표준적 절차를 수행할 수 있는지 평가한다.
· 1-(2) 두 물체가 서로 다른 구간에 있을 때 생기는 여섯 개의 경우를 빠짐없이 나누어 계단 그래프로 옮기고, 부호를 장력·압축으로 해석할 수 있는지 평가한다.
· 1-(3) 운동 방정식을 일일이 풀지 않고 일-운동 에너지 정리로 '넘어야 할 에너지 장벽'을 찾아내는 안목을 평가한다.
· 1-(4) 기호를 일반화하여 결과의 구조를 드러내고, 어떤 양이 질량 분배에 의존하고 어떤 양이 그렇지 않은지 구분할 수 있는지 평가한다.

3. 출제 근거

가) 적용 교육과정 및 학습내용 성취 기준

문항	교육과정	학습내용 성취 기준
(1)(2)	물리학 I — 역학과 에너지	뉴턴 운동 법칙을 이용하여 연결된 물체의 운동을 분석할 수 있다.
(1)(4)	물리학 I — 역학과 에너지	작용 반작용 법칙을 이해하고 내력과 외력을 구분할 수 있다.
(3)	물리학 I — 역학과 에너지	일과 운동 에너지의 관계를 이용하여 물체의 운동을 예측할 수 있다.

나) 자료 출처

참고 자료	해당 내용
고등학교 물리학 I	역학과 에너지 — 운동 법칙, 작용 반작용, 일과 운동 에너지
고등학교 물리학 II	역학적 상호작용 — 계의 운동과 내력

4. 문항 해설

(1) 막대의 힘은 내력이므로 계 전체에는 나타나지 않는다. $(m_A+m_B)a = F_{A,\text{외}} + F_{B,\text{외}}$에서 a를 구하고, A만 보면 $m_A a = F_{A,\text{외}} + F_{A,\text{막대}}$이므로 질량이 같을 때 $F_{A,\text{막대}} = \left(F_{B,\text{외}} - F_{A,\text{외}}\right)/2$이다. (2) x_A를 $1\ \text{m}$ 간격으로 나누고 $x_B = x_A - 2$를 함께 보면 $[0,1):-5$, $[1,2):+5$, $[2,3):+10$, $[3,4):-10$, $[4,5):-5$, $[5,6):+5\ \text{N}$인 계단이 나온다. 음수는 막대가 A를 뒤로 당기는 장력, 양수는 A를 앞으로 미는 압축이다. (3) 계에 작용하는 알짜 외력 $F(x_A) = F_{A,\text{외}}(x_A) + F_{B,\text{외}}(x_A-2)$를 적분한 일의 누적은 $x_A=1$에서 $+10\ \text{J}$, $x_A=5$에서 $-10\ \text{J}$로 최소가 된다. 따라서 $x_A=5$를 넘으려면 처음 운동 에너지가 $10\ \text{J}$ 이상이어야 하고 $(1/2)(2)v^2 \ge 10$에서 $v_{\min} = \sqrt{10} \approx 3.2\ \text{m/s}$이다. (4) 일반적으로 $F_{A,\text{막대}} = \left(m_A F_{B,\text{외}} - m_B F_{A,\text{외}}\right)/(m_A+m_B)$이고, 최소 속력은 $(1/2)(m_A+m_B)v^2 = 10\ \text{J}$에서 질량의 **합**에만 의존한다.

5. 채점 기준

하위 문항	채점 기준	배점
(1)	계와 A의 운동 방정식을 각각 세워 $F_{A,\text{막대}} = (F_{B,\text{외}} - F_{A,\text{외}})/2$를 유도한 경우	1
(2)	여섯 구간의 값을 모두 바르게 구한 경우 (1점) / 계단 그래프를 그리고 장력·압축 구간을 구분한 경우 (1점)	2
(3)	일의 누적이 최소가 되는 지점을 찾아 10 J의 장벽을 밝히고 $v_{\min} = \sqrt{10}$ m/s를 구한 경우	1
(4)	일반식 $(m_A F_{B,\text{외}} - m_B F_{A,\text{외}})/(m_A + m_B)$를 구하고 $v_{\min}$이 질량의 합에만 의존함을 밝힌 경우	1

6. 예시 답안

(1) 막대가 A에 작용하는 힘

막대가 A를 미는 힘과 B를 미는 힘은 크기가 같고 방향이 반대인 내력이므로, 계 전체의 운동 방정식에는 나타나지 않는다.

$$(m_A + m_B)a = F_{A,\text{외}} + F_{B,\text{외}} \quad \Longrightarrow \quad a = \frac{F_{A,\text{외}} + F_{B,\text{외}}}{2} \quad (m_A = m_B = 1 \text{ kg}).$$

A만 따로 보면 A에 작용하는 힘은 외부 힘과 막대의 힘뿐이므로

$$m_A a = F_{A,\text{외}} + F_{A,\text{막대}}.$$

두 식에서 a를 소거하면

$$F_{A,\text{막대}} = \frac{F_{B,\text{외}} - F_{A,\text{외}}}{2}.$$

막대의 힘은 **두 외부 힘의 차이**로만 결정된다. 두 물체가 같은 외부 힘을 받으면 막대는 아무 힘도 전달하지 않는다.

(2) 구간별 값과 그래프

$x_B = x_A - 2$임에 주의하여 1 m 간격으로 정리한다(단위 N).

x_A (m)	x_B (m)	$F_{A,\text{외}}$	$F_{B,\text{외}}$	알짜 외력	F_A	$F_{A,\text{막대}}$
0 1	-2 -1	$+10$	0	$+10$	$+5$	-5
1 2	-1 0	-10	0	-10	-5	$+5$
2 3	0 1	-10	$+10$	0	0	$+10$
3 4	1 2	$+10$	-10	0	0	-10
4 5	2 3	0	-10	-10	-5	-5
5 6	3 4	0	$+10$	$+10$	$+5$	$+5$

답 그래프는 x_A가 1 m씩 지날 때마다 값이 바뀌는 계단 모양이며, 높이는 차례로 $-5, +5, +10, -10, -5, +5$ N이다. $x_A < 0$과 $x_A > 6$에서는 0이다.

부호의 뜻은 다음과 같다.

- **음수 구간** $(0\,1, 3\,4, 4\,5)$: 막대가 A를 $-x$ 방향으로 당긴다. A가 B보다 앞서 나가려 하므로 막대가 **늘어나려는 장력** 상태다.
- **양수 구간** $(1\,2, 2\,3, 5\,6)$: 막대가 A를 $+x$ 방향으로 민다. B가 A를 밀고 들어오므로 막대가 **눌리는 압축** 상태다.

특히 $2 \le x_A < 3$에서는 A가 뒤로, B가 앞으로 힘을 받아 둘이 서로 다가가려 하므로 압축이 $+10$ N으로 가장 크다.

(3) B가 구간을 빠져나갈 최소 속력

막대가 강체이므로 A와 B의 속력은 항상 같고, 막대의 힘은 내력이라 계 전체에는 일을 하지 않는다. 따라서 계의 운동 에너지는 외부 힘이 한 일만큼만 변한다. 알짜 외력이 한 일을 x_A에 대해 누적하면 (2)의 표에서

$$W(1) = +10\ \text{J}, \quad W(2) = 0, \quad W(4) = 0, \quad W(5) = -10\ \text{J}, \quad W(6) = 0$$

이다. 즉 $x_A = 5\ \text{m}$(그때 $x_B = 3\ \text{m}$)에서 누적 일이 $-10\ \text{J}$로 가장 작다.

$$\frac{1}{2}(m_A + m_B)v_{\min}^2 = 10\ \text{J} \quad \Longrightarrow \quad \frac{1}{2}(2)v_{\min}^2 = 10.$$

답

$$v_{\min} = \sqrt{10} \approx 3.2\ \text{m/s}\ .$$

이 속력으로 들어오면 $x_A = 5\ \text{m}$에서 속력이 꼭 0이 되지만, 바로 그 지점부터 알짜 외력이 $+10\ \text{N}$으로 바뀌어 다시 밀려 나가므로 B는 $x \geq 4\ \text{m}$로 빠져나간다. 운동 방정식을 구간마다 풀 필요 없이 '넘어야 할 에너지 장벽'만 찾으면 되는 것이 이 풀이의 요점이다.

(4) 질량이 다른 경우

(1)의 두 식을 질량을 그대로 두고 연립하면

$$a = \frac{F_{A,\text{외}} + F_{B,\text{외}}}{m_A + m_B}, \quad F_{A,\text{막대}} = m_A a - F_{A,\text{외}}$$

$$F_{A,\text{막대}} = \frac{m_A F_{B,\text{외}} - m_B F_{A,\text{외}}}{m_A + m_B}.$$

$m_A = m_B$이면 (1)의 결과로 돌아간다. 질량이 다르면 계단의 높이가 달라지고, 경우에 따라 장력과 압축이 뒤바뀌는 구간도 생긴다.

한편 (3)의 최소 속력은

답

$$\frac{1}{2}(m_A + m_B)v_{\min}^2 = 10\ \text{J} \quad \Longrightarrow \quad v_{\min} = \sqrt{\frac{20}{m_A + m_B}}$$

로, **질량의 합에만** 의존하고 두 질량의 비에는 전혀 의존하지 않는다. 에너지 장벽은 외부 힘이 위치에 대해 한 일로만 정해지고, 막대의 내력은 계 전체에 일을 하지 않기 때문이다.

7. 면접 추가 질문 및 검토 의견

· 추가 질문: "막대의 길이를 $1\ \text{m}$로 바꾸면 에너지 장벽과 $v_{\min}$은 어떻게 달라지는가?" (두 물체가 힘 구간에 겹쳐 들어가는 방식이 달라져 누적 일의 최솟값이 바뀐다)
· 추가 질문: "막대를 용수철로 바꾸면 $v_{\min} = \sqrt{10}$이 그대로 성립하는가?" (성립하지 않는다 — 내부 진동 에너지가 생긴다)
· 검토 의견: (2)에서 $x_B = x_A - 2$를 놓쳐 A의 구간만으로 표를 만드는 실수가 가장 흔하다. 표의 두 번째 열을 먼저 채우게 한다. (3)에서 '구간 전체에서 외부 힘이 한 일의 합'(= 0)을 보고 "장벽이 없다"고 결론 내리는 오답도 잦으므로, **누적 일의 최솟값**을 보아야 함을 짚는다.

[모의 면접 문항정보 — 물리학 제 15 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	아르키메데스 원리, 훅 법칙과 용수철 상수, 작용 반작용, 바닥 압력 $p=\rho g h$, 계 전체의 힘의 평형
예상 소요 시간	준비 10분 · 답변 8분

2. 출제 의도

· 2-(1) 주어진 치수에서 무게와 용수철 상수를 바르게 계산하고 단위를 환산할 수 있는지 평가한다.
· 2-(2) 완전히 잠긴 상태를 판정하고 부력만큼 줄어든 하중을 탄성력에 반영할 수 있는지 평가한다.
· 2-(3) **용수철이 짧아지면 물체가 올라가고, 물체가 올라가면 잠긴 깊이가 덜 늘어난다**는 되먹임 관계를 기하 조건으로 연립해야 한다. 이 문항의 핵심이며, 그 결과 기울기가 $-1/2$가 된다.
· 2-(4) 같은 결과를 두 가지 관점(작용 반작용 vs 계 전체)으로 유도하여 검산하는 태도를 평가한다.

3. 출제 근거

가) 적용 교육과정 및 학습내용 성취 기준

문항	교육과정	학습내용 성취 기준
(1)(2)	물리학 I · II — 역학적 상호작용	부력과 탄성력이 함께 작용하는 물체의 평형을 분석할 수 있다.
(3)	물리학 II — 역학적 상호작용	유체의 깊이에 따른 압력 변화를 이해하고 바닥에 작용하는 힘을 구할 수 있다.
(4)	물리학 I — 역학과 에너지	작용 반작용 법칙을 이용하여 계 전체의 힘의 평형을 분석할 수 있다.

나) 자료 출처

참고 자료	해당 내용
고등학교 물리학 I	역학과 에너지 — 힘의 평형, 작용 반작용, 탄성력
고등학교 물리학 II	역학적 상호작용 — 유체의 압력과 부력

4. 문항 해설

(1) 물체의 부피는 $25\times 4=100\ \mathrm{cm}^3$이고 밀도가 $2\ \mathrm{g/cm}^3$이므로 질량 $0.2\ \ \mathrm{kg}$, 무게 $2\ \ \mathrm{N}$이다. 물을 붓기 전에는 부력이 없으므로 $k\times 0.08\ \ \mathrm{m}=2\ \ \mathrm{N}$에서 $k=25\ \ \mathrm{N/m}$이다. (2) 완전히 잠기면 부력은 $1\ \mathrm{g/cm}^3\times 100\ \mathrm{cm}^3\times g=1\ \ \mathrm{N}$이므로 용수철이 받치는 힘이 $2\ \ \mathrm{N}$에서 $1\ \ \mathrm{N}$으로 절반이 되어 $l=4\ \ \mathrm{cm}$이다. 물체의 윗면 높이는 $l=4$일 때 $9-4+4=9\ \ \mathrm{cm}$이므로 $h\ge 9\ \ \mathrm{cm}$이면 완전히 잠긴다. (3) 저울은 수조 바닥이 받는 물의 압력으로 결정되므로 $w=\rho g h A_{\text{수조}}+5=0.5h+5$ (단위 N, cm)로 전 구간 직선이다. 용수철 쪽은 잠긴 깊이를 x라 할 때 평형 $2-0.25x=0.25l$과 기하 조건 $l+h-x=9$를 연립하여 $l=(17-h)/2$를 얻는다($1\le h\le 9$). (4) 계 전체로 보면 $w=(\text{수조}+\text{물}+\text{물체})-(\text{용수철이 받치는 힘})=5+4+2-1=10\ \ \mathrm{N}$으로 일치한다.

5. 채점 기준

하위 문항	채점 기준	배점
(1)	무게 $2\ \text{N}$과 $k = 25\ \text{N/m}$를 구한 경우	1
(2)	완전히 잠긴 조건을 보이고 $l = 4\ \text{cm}$를 구한 경우	1
(3)	$w = 5 + 0.5h$를 압력 또는 작용 반작용으로 유도한 경우 (1점) / 기하 조건을 연립하여 $l = (17 - h)/2$와 꺾임점 $h = 1, 9\ \text{cm}$를 구하고 두 그래프를 그린 경우 (1점)	2
(4)	계 전체의 힘의 평형으로 $w = 10\ \text{N}$을 다시 구해 일치를 확인한 경우	1

6. 예시 답안

(1) 물체의 무게와 용수철 상수

부피는 $V = 25\ \text{cm}^2 \times 4\ \text{cm} = 100\ \text{cm}^3$, 질량은 $2\ \text{g/cm}^3 \times 100\ \text{cm}^3 = 200\ \text{g} = 0.2\ \text{kg}$이므로

$$W = mg = 0.2 \times 10 = 2\ \text{N}.$$

물을 붓기 전에는 부력이 없으므로 용수철이 무게를 모두 받친다. 늘어난 길이가 $8\ \text{cm} = 0.08\ \text{m}$이므로

$$k = \frac{2\ \text{N}}{0.08\ \text{m}} = 25\ \text{N/m}\quad (= 0.25\ \text{N/cm}).$$

(2) 완전히 잠겼을 때의 용수철 길이

완전히 잠기면 부력은 물체 부피만큼의 물의 무게이므로

$$F_b = 1\ \text{g/cm}^3 \times 100\ \text{cm}^3 \times g = 0.1\ \text{kg} \times 10 = 1\ \text{N}.$$

힘의 평형에서 용수철이 받치는 힘은 $2 - 1 = 1\ \text{N}$이므로

$$l = \frac{1\ \text{N}}{0.25\ \text{N/cm}} = 4\ \text{cm}.$$

이때 물체의 밑면 높이는 $9 - l = 5\ \text{cm}$, 윗면 높이는 $5 + 4 = 9\ \text{cm}$이다. (용수철 위 끝이 고정되어 있고 처음에 $l_0 = 8$, 밑면 높이 $1\ \text{cm}$였으므로 **밑면 높이 $+l = 9\ \text{cm}$가 항상 일정**하다.)

답 따라서 $h \geq 9\ \text{cm}$이면 물체가 완전히 잠긴다. $h = 10\ \text{cm}$는 이 조건을 만족하므로 $l = 4\ \text{cm}$이다.

(3) w와 l의 h 의존성

(i) 저울 눈금 w

물체가 물에서 부력 F_b를 받으면, 작용 반작용에 의해 물체는 물을 같은 크기로 아래로 누른다. 그 힘은 물과 수조를 거쳐 저울에 전달된다. 결국 저울이 받는 힘은 **수조 바닥이 물에서 받는 압력에 의한 힘**과 수조 자체의 무게의 합이다.

$$w = \rho_{\text{물}} g h A_{\text{수조}} + 5\ \text{N}.$$

$\rho_{\text{물}} g A_{\text{수조}} = 1000 \times 10 \times 50 \times 10^{-4} = 50\ \text{N/m} = 0.5\ \text{N/cm}$이므로

$$w = 5 + 0.5h\quad (\text{단위: N},\ h \text{ 는 cm}).$$

$h = 0$에서 $5\ \text{N}$, $h = 10\ \text{cm}$에서 $10\ \text{N}$인 **기울어진 직선 하나**이며, 물체가 잠기기 시작하거나 완전히 잠기는 지점에서도 꺾이지 않는다.

(ii) 용수철이 늘어난 길이 l

물체가 잠긴 깊이를 x라 하면 부력은 $1 \times 25x \times g$, 즉 $0.25x\ \text{N}$(단위 cm)이다. 힘의 평형은

$$0.25l = 2 - 0.25x \quad \Longrightarrow \quad l = 8 - x.$$

한편 밑면 높이와 용수철 길이의 관계에서 밑면 높이는 $9-l$이고, 잠긴 깊이는 수면 높이에서 밑면 높이를 뺀 값이므로

$$x = h - (9-l) = h + l - 9.$$

두 식을 연립하면 $l = 8 - (h + l - 9)$에서

$$2l = 17 - h \quad\Longrightarrow\quad l = \frac{17-h}{2} \quad (1 \le h \le 9).$$

꺾임점은 물이 물체 밑면에 막 닿는 $h = 1$ cm(그때 $l = 8$)과 물체가 완전히 잠기는 $h = 9$ cm(그때 $l = 4$)이다.

답 $0 \le h \le 1$: $l = 8$ cm (수평) / $1 \le h \le 9$: $l = (17-h)/2$ (기울기 $-1/2$인 직선) / $9 \le h \le 10$: $l = 4$ cm (수평).

기울기가 -1이 아니라 $-1/2$인 까닭은, 수면이 올라가면 부력이 커져 물체가 **위로 올라가고**, 그만큼 잠긴 깊이가 덜 늘어나기 때문이다. 실제로 $x = (h-1)/2$로 수면 상승의 절반만 잠긴다.

(4) 계 전체로 본 검산

수조·물·물체를 한 덩어리의 계로 보면, 이 계에 작용하는 외력은 중력(전체 무게), 저울이 위로 미는 힘 w, 용수철이 위로 당기는 힘 kl이다.

- 물의 부피: 수조 전체 $50 \times 10 = 500$ cm^{3}에서 물체가 잠긴 부피 100 cm^{3}을 뺀 400 cm^3 → 무게 4 N
- 수조 5 N, 물체 2 N, 용수철이 당기는 힘 $kl = 0.25 \times 4 = 1$ N

$$w = 5 + 4 + 2 - 1 = 10 \text{ N}.$$

답 (3)의 식 $w = 5 + 0.5 \times 10 = 10$ N과 정확히 일치한다. 한쪽은 '바닥 압력'이라는 국소적 관점, 다른 쪽은 '계 전체의 힘의 평형'이라는 총괄적 관점이지만 같은 답을 주며, 두 관점이 일치하는 것이 작용 반작용 법칙이 성립한다는 증거이기도 하다.

7. 면접 추가 질문 및 검토 의견

· 추가 질문: "용수철 상수를 두 배로 바꾸면 w–h 그래프와 l–h 그래프는 각각 어떻게 달라지는가?" (w는 그대로, l만 달라진다)
· 추가 질문: "물 대신 밀도 1.2 g/cm^{3}인 소금물을 부으면 꺾임점은 어떻게 이동하는가?"
· 검토 의견: (3)에서 $x = h - 1$로 두어 기울기를 -1로 답하는 오답이 압도적으로 많다. "물체가 그 자리에 가만히 있는가?"를 물어 되먹임을 깨닫게 한다. 또 w 그래프에 꺾임을 그려 넣는 실수도 잦으므로, 물체가 밀어낸 물의 몫이 어디로 갔는지 되짚게 한다.

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