KAIST형 모의 면접·구술고사

물리학

PHYSICS

열역학 순환과 열효율 · 기체 분자 운동론

※ 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	네 과정으로 이루어진 열기관의 순환 — 효율과 카르노 한계	10분 · 8분	5점
문제 2	기체 분자 운동론 — 압력의 미시적 기원과 내부 에너지	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-8 **제작** 2026. 9. **봉인 상태 확인** 개봉 흔적이 있으면 배부 전 감독관에게 알리십시오.

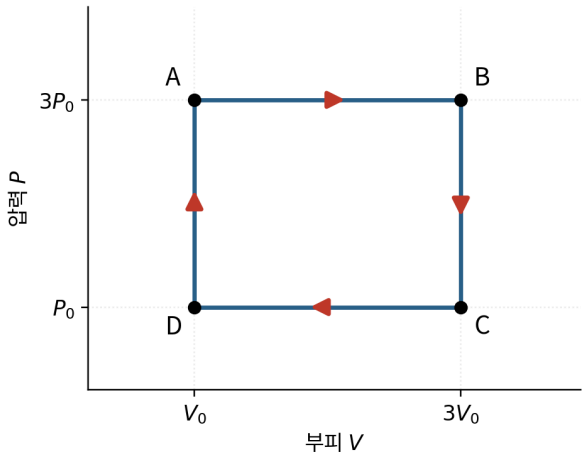
본 문항은 KAIST 면접 및 구술고사 공개 문항 형식에 맞추어 자체 제작한 **비공식 창작 모의문항**입니다. KAIST의 공식 또는 예상 문항이 아니며, 특정 대학의 실제 시험 문항을 옮긴 것이 아닙니다.

문제 1 네 과정으로 이루어진 열기관의 순환

물리학 I · II | 열역학 제1법칙, 등압·등적 과정, 열효율, 카르노 기관, 열역학 제2법칙 | 준비 10분 · 답변 8분 | 5점

문항 및 제시문

[그림 1]은 일정량의 단원자 분자 이상 기체가 A → B → C → D → A의 순환 과정을 거치는 동안의 압력과 부피를 나타낸 것이다. A → B와 C → D는 등압 과정, B → C와 D → A는 등적 과정이다.



[그림 1] 단원자 분자 이상 기체의 순환 과정. 화살표는 순환 방향을 나타낸다.

이상 기체의 상태 방정식은 $PV = nRT$이고, 단원자 분자 이상 기체의 내부 에너지는 $U = \frac{3}{2}nRT = \frac{3}{2}PV$이다. 열역학 제1법칙은 $Q = \Delta U + W$이며, 여기서 W는 기체가 외부에 한 일이다. 등압 과정에서 기체가 한 일은 $W = P\Delta V$이고, 등적 과정에서는 $W = 0$이다. 고열원의 온도가 T_H, 저열원의 온도가 T_L인 두 열원 사이에서 작동하는 열기관이 가질 수 있는 최대 효율은 $1 - T_L/T_H$이다.

(1) 네 지점 A, B, C, D에서의 온도를 D에서의 온도 T_D를 기준으로 각각 나타내시오. 또 네 과정 각각에 대해 기체가 한 일 W, 내부 에너지 변화 ΔU, 출입한 열 Q를 P_0V_0 단위로 구하여 정리하시오. **[1점]**

(2) 한 순환에서 기체가 외부에 한 알짜일과 이 열기관의 열효율을 구하고, 알짜일이 [그림 1]에서 순환이 둘러싸는 넓이와 같음을 보이시오. **[1점]**

(3) 이 순환에서 기체가 도달하는 최고 온도와 최저 온도를 구하고, 그 두 온도 사이에서 작동하는 카르노 기관의 효율을 구하시오. 이 순환의 효율이 그보다 훨씬 작은 까닭을 열의 출입이 일어나는 온도와 관련지어 논술하시오. **[2점]**

(4) 순환의 방향을 반대로 바꾸면 이 장치는 어떤 역할을 하는가? 이때 저온부에서 흡수하는 열과 외부에서 받는 일의 비(성능 계수)를 구하시오. **[1점]**

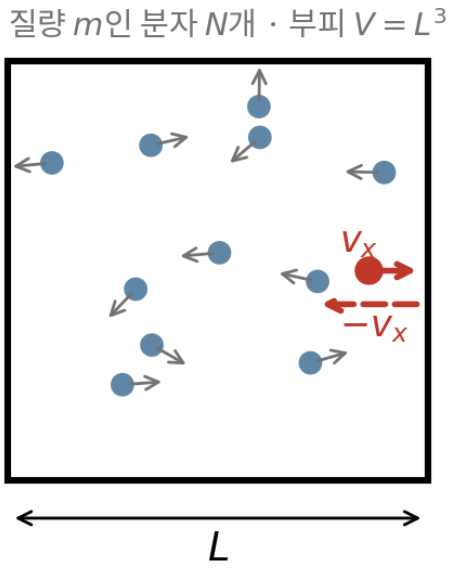
메모란 (풀이 정리용 · 채점 대상 아님)

문제 2 기체 분자 운동론

물리학 II | 기체 분자 운동론, 압력의 미시적 기원, 제곱평균제곱근 속력, 에너지 등분배 | 준비 10분 · 답변 8분 | 5점

문항 및 제시문

[그림 2]와 같이 한 변의 길이가 L인 정육면체 상자 안에 질량이 m인 같은 종류의 분자 N개가 들어 있다. 분자의 크기와 분자 사이의 인력은 무시하고, 분자는 벽과 탄성 충돌하며 분자끼리의 충돌은 전체 분포를 바꾸지 않는다고 본다. 기체의 부피는 $V = L^3$이다.



[그림 2] 정육면체 상자 속 기체 분자의 운동. 벽과 충돌할 때 속도의 수직 성분만 부호가 바뀐다.

압력은 단위 넓이에 작용하는 힘이고, 힘은 운동량의 시간 변화율과 같다. 이상 기체의 상태 방정식은 $PV = nRT = Nk_BT$이며 k_B는 볼츠만 상수이다. 분자 속력의 제곱의 평균을 $\langle v^2 \rangle$로 쓰고, 분자의 운동이 모든 방향에 대해 고르다고 가정하면 $\langle v_x^2 \rangle = \langle v_y^2 \rangle = \langle v_z^2 \rangle$이다.

(1) 분자 하나가 한쪽 벽과 한 번 충돌할 때의 운동량 변화와, 그 분자가 같은 벽에 다시 부딪히기까지 걸리는 시간을 구하시오. 이로부터 기체의 압력이 $P = (Nm\langle v^2 \rangle)/(3V)$임을 유도하시오. **[2점]**

(2) (1)의 결과를 이상 기체 상태 방정식과 비교하여 분자 하나의 평균 운동 에너지가 $\frac{3}{2}k_BT$임을 보이고, 제곱평균제곱근 속력 $v_{\mathrm{rms}} = \sqrt{\langle v^2 \rangle}$을 절대 온도 T와 분자량 M_{mol}로 나타내시오. **[1점]**

(3) 같은 온도에서 수소($M_{\mathrm{mol}} = 2\ \mathrm{g/mol}$)와 산소($32\ \mathrm{g/mol}$) 분자의 v_{rms}의 비를 구하시오. 또 $300\ \mathrm{K}$에서 질소($28\ \mathrm{g/mol}$) 분자의 v_{rms}를 구하시오. ($R = 8.3\ \mathrm{J/(mol \cdot K)}$) **[1점]**

(4) 단원자 분자 이상 기체의 내부 에너지가 $\frac{3}{2}nRT$인 까닭을 분자의 운동으로 설명하고, 같은 온도에서 이원자 분자 기체의 정적 몰비열이 더 큰 까닭을 논술하시오. **[1점]**

메모란 (풀이 정리용 · 채점 대상 아님)

면접위원용 자료

물리학 제 8 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 8 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	열역학 제1법칙, 등압·등적 과정, P–V 그래프와 일, 열효율, 카르노 효율, 열역학 제2법칙, 냉동기의 성능 계수
예상 소요 시간	준비 10분 · 답변 8분

2. 출제 의도

· 1-(1) 상태 방정식으로 각 지점의 온도를 구하고, 네 과정에 열역학 제1법칙을 빠짐없이 적용하여 W, ΔU, Q를 체계적으로 정리할 수 있는지 평가한다.
· 1-(2) 효율의 정의에서 분모가 '흡수한 열의 총합'임을 정확히 이해하는지, 알짜일이 P–V 그래프의 넓이임을 설명할 수 있는지 평가한다.
· 1-(3) 카르노 효율과 비교하여 실제 순환의 효율이 낮은 까닭을, 열이 최고·최저 온도가 아닌 중간 온도에서도 드나든다는 점으로 설명할 수 있는지 평가한다.
· 1-(4) 순환의 방향을 뒤집으면 열펌프·냉동기가 된다는 점을 이해하고 성능 계수를 정의대로 계산할 수 있는지 평가한다.

3. 출제 근거

가) 적용 교육과정 및 학습내용 성취 기준

문항	교육과정	학습내용 성취 기준
(1)	물리학 I — 역학과 에너지	열역학 제1법칙을 이해하고 등압·등적 과정에서의 열과 일을 구할 수 있다.
(2)(3)	물리학 I — 역학과 에너지	열기관의 열효율을 구하고 열역학 제2법칙의 의미를 설명할 수 있다.
(3)(4)	물리학 II — 기체 분자 운동과 열역학 과정	여러 열역학 과정으로 이루어진 순환 과정을 분석하고 효율을 비교할 수 있다.

나) 자료 출처

참고 자료	해당 내용
고등학교 물리학 I	역학과 에너지 — 열역학 제1법칙, 열기관과 열효율
고등학교 물리학 II	기체 분자 운동과 열역학 과정 — 순환 과정, 카르노 기관

4. 문항 해설

$PV = nRT$에서 온도는 PV에 비례하므로 $T_A : T_B : T_C : T_D = 3 : 9 : 3 : 1$이다. 네 과정의 계산 결과를 모으면 흡수한 열은 A→B의 $15P_0V_0$와 D→A의 $3P_0V_0$로 모두 $18P_0V_0$, 방출한 열은 $14P_0V_0$, 알짜일은 $4P_0V_0$가 되어 효율은 $2/9 \approx 22.2\%$이다. 여기서 흔한 실수는 분모에 알짜 열이나 A→B의 열만 넣는 것이다. 카르노 효율은 $1 - T_D/T_B = 1 - 1/9 \approx 88.9\%$로 훨씬 크다. 그 까닭은 이 순환이 열을 최고 온도에서만 받고 최저 온도에서만 버리는 것이 아니라, 등압·등적 과정을 따라 온도가 변하는 내내 주고받기 때문이다. 즉 유한한 온도 차를 둔 열 전달이 일어나 비가역적이다. (4)에서 방향을 뒤집으면 모든 열의 부호가 반대가 되어 저온부에서 $14P_0V_0$를 흡수하고 외부가 $4P_0V_0$의 일을 해 주므로 성능 계수는 3.5이다.

5. 채점 기준

하위 문항	채점 기준	배점
(1)	$T_A = T_C = 3T_D$, $T_B = 9T_D$를 구하고, 네 과정의 W, ΔU, Q를 모두 옳게 정리한 경우 (한 과정이라도 틀리면 0점)	1
(2)	알짜일 $4P_0V_0$와 효율 $2/9$를 구하고, 알짜일이 직사각형의 넓이 $2P_0 \times 2V_0$와 같음을 밝힌 경우 (분모를 $18P_0V_0$로 잡지 않으면 0점)	1
(3)	$T_{\max} = T_B$, $T_{\min} = T_D$와 카르노 효율 $8/9$를 구한 경우 (1점) / 열의 출입이 최고·최저 온도가 아닌 중간 온도에서도 일어나 비가역적이기 때문임을 논술한 경우 (1점)	2
(4)	냉동기(열펌프)가 됨을 밝히고 성능 계수 $14/4 = 3.5$를 구한 경우	1

6. 예시 답안

(1) 각 지점의 온도와 네 과정의 열·일

$PV = nRT$이므로 온도는 PV에 비례한다. $P_DV_D = P_0V_0$를 기준으로 하면

$$T_A = 3T_D, \quad T_B = 9T_D, \quad T_C = 3T_D, \quad T_D = \frac{P_0V_0}{nR}.$$

단원자 분자이므로 $\Delta U = \frac{3}{2}\Delta(PV)$이다. 모든 값을 P_0V_0 단위로 정리하면

과정	종류	W	ΔU	$Q = \Delta U + W$
A → B	등압 팽창	$+6$	$+9$	$+15$ (흡수)
B → C	등적 냉각	0	-9	-9 (방출)
C → D	등압 압축	-2	-3	-5 (방출)
D → A	등적 가열	0	$+3$	$+3$ (흡수)

한 순환을 돌면 ΔU의 합이 0이 되어 상태 함수로서의 성질과도 맞는다.

(2) 알짜일과 열효율

알짜일은 $W_{\text{net}} = 6 - 2 = 4P_0V_0$이다. 이는 P–V 그래프에서 순환이 둘러싸는 직사각형의 넓이

$$(3P_0 - P_0) \times (3V_0 - V_0) = 2P_0 \times 2V_0 = 4P_0V_0$$

와 같다. 등압 과정의 일이 각각 그래프 아래 넓이이고, 팽창에서 양·압축에서 음이므로 차이가 둘러싼 넓이가 되기 때문이다. 흡수한 열은 A→B와 D→A를 합한 $Q_{\text{in}} = 15 + 3 = 18P_0V_0$이므로

답

$$\eta = \frac{W_{\text{net}}}{Q_{\text{in}}} = \frac{4P_0V_0}{18P_0V_0} = \frac{2}{9} \approx 22.2\%.$$

(3) 카르노 효율과의 비교

최고 온도는 B에서 $T_B = 9T_D$, 최저 온도는 D에서 T_D이므로

$$\eta_{\text{카르노}} = 1 - \frac{T_D}{T_B} = 1 - \frac{1}{9} = \frac{8}{9} \approx 88.9\%.$$

실제 효율 22.2%는 이보다 훨씬 작다. 카르노 기관은 열을 **오직 최고 온도 T_B에서만 흡수하고 오직 최저 온도 T_D에서만 방출**하며, 그 사이는 단열 과정으로 이어 온도 차가 있는 상태에서 열이 이동하지 않게 한다. 그러나 이 순환에서는 D→A와 A→B를 지나는 동안 기체의 온도가 T_D에서 $9T_D$까지 계속 변하면서 열을 흡수하고, B→C와 C→D에서도 온도가 변하는 내내 열을 방출한다. 즉 기체와 열원 사이에 유한한 온도 차를 둔 채 열이 오가므로 그 과정이 비가역적이고, 그만큼 일로 바꾸지 못한 몫이 생긴다.

답 열역학 제2법칙에 따라 어떤 열기관도 같은 두 온도 사이의 카르노 효율을 넘을 수 없으며, 온도 차를 둔 열전달이 많을수록 효율은 그 한계에서 더 멀어진다.

(4) 순환을 거꾸로 돌릴 때

방향을 뒤집으면 모든 과정의 W와 Q의 부호가 바뀐다. 따라서 저온부에서 $9+5=14P_0V_0$의 열을 흡수하고 고온부로 $15+3=18P_0V_0$의 열을 버리며, 외부가 $4P_0V_0$의 일을 해 주어야 한다. 열을 낮은 온도에서 높은 온도로 퍼 올리는 장치이므로

답 **냉동기(또는 열펌프)**가 되며, 성능 계수는

$$\mathrm{COP}=\frac{Q_{\text{저온}}}{W}=\frac{14P_0V_0}{4P_0V_0}=3.5$$

이다. 에너지 보존 $14+4=18$도 성립한다.

7. 면접 추가 질문 및 검토 의견

· 추가 질문: “효율의 분모에 알짜 열 $4P_0V_0$를 넣으면 효율이 100%가 된다. 무엇이 잘못되었는가?”
· 추가 질문: “이 순환을 단열 과정 두 개로 바꾸어 카르노 순환으로 만들면 P–V 그래프의 모양은 어떻게 달라지는가?”
· 검토 의견: (1)의 표를 만들지 않고 머릿속으로 계산하다 부호를 틀리는 경우가 많으므로 표로 정리하도록 유도한다. (3)에서 ‘마찰이 있어서’, ‘열이 새어 나가서’와 같은 답은 이 이상적 순환에는 해당하지 않으므로, 열이 드나드는 **온도**를 짚게 한다.

[모의 면접 문항정보 — 물리학 제 8 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 II
핵심 개념 및 용어	기체 분자 운동론, 운동량 변화와 충돌 빈도, 압력의 미시적 유도, 볼츠만 상수, 제곱평균제곱근 속력, 에너지 등분배와 자유도
예상 소요 시간	준비 10분 · 답변 8분

2. 출제 의도

· 2-(1) 거시적 압력을 분자 하나의 운동량 변화와 충돌 빈도에서 출발해 단계적으로 유도할 수 있는지 평가한다. 등분배 가정 $\langle v_x^2\rangle = \langle v^2\rangle/3$을 쓰는 지점을 정확히 짚어야 한다.
· 2-(2) 미시적 결과와 거시적 상태 방정식을 비교하여 온도의 분자 운동론적 의미를 끌어낼 수 있는지 평가한다.
· 2-(3) 유도한 식을 수치에 적용하고, 분자량과 속력의 관계를 비로 처리할 수 있는지 평가한다.
· 2-(4) 내부 에너지가 운동 에너지의 총합이라는 점과, 자유도가 늘면 같은 온도 상승에 더 많은 열이 필요하다는 점을 연결해 설명할 수 있는지 평가한다.

3. 출제 근거

가) 적용 교육과정 및 학습내용 성취 기준

문항	교육과정	학습내용 성취 기준
(1)(2)	물리학 II — 기체 분자 운동과 열역학 과정	기체 분자 운동론으로 압력과 온도의 의미를 설명할 수 있다.
(2)(3)	물리학 II — 기체 분자 운동과 열역학 과정	분자의 평균 운동 에너지와 절대 온도의 관계를 이용하여 속력을 구할 수 있다.
(4)	물리학 II — 기체 분자 운동과 열역학 과정	내부 에너지와 몰비열을 분자의 자유도와 관련지어 설명할 수 있다.

나) 자료 출처

참고 자료	해당 내용
고등학교 물리학 II	기체 분자 운동과 열역학 과정 — 기체 분자 운동론, 내부 에너지, 몰비열

4. 문항 해설

오른쪽 벽에 수직으로 부딪히는 분자는 $v_x \to -v_x$가 되므로 운동량 변화의 크기는 $2mv_x$이고, 같은 벽에 다시 부딪히기까지의 시간은 상자를 왕복하는 $2L/v_x$이다. 따라서 분자 하나가 그 벽에 주는 평균 힘은 mv_x^2/L이고, N개를 더한 뒤 넓이 L^2으로 나누면 $P = Nm\langle v_x^2\rangle/L^3$이다. 여기에 $\langle v_x^2\rangle = \langle v^2\rangle/3$을 넣으면 목표 식이 나온다. (2)에서 $PV = Nk_BT$와 비교하면 $\frac{1}{2}m\langle v^2\rangle = \frac{3}{2}k_BT$이고, 몰 단위로 바꾸면 $v_{\mathrm{rms}} = \sqrt{3RT/M_{\mathrm{mol}}}$이다. (3)에서 $v_{\mathrm{rms}} \propto 1/\sqrt{M_{\mathrm{mol}}}$이므로 수소와 산소의 비는 $\sqrt{32/2} = 4:1$, 질소는 약 $5.2\times10^{2}\ \mathrm{m/s}$로 음속과 같은 자릿수가 나온다. (4)는 단원자 분자가 병진 운동만 하여 자유도가 3인 반면 이원자 분자는 회전 자유도가 2개 더 있어, 같은 온도 상승에 저장되는 에너지가 많으므로 정적 몰비열이 $\frac{3}{2}R$에서 $\frac{5}{2}R$로 커진다는 설명을 요구한다.

5. 채점 기준

하위 문항	채점 기준	배점
(1)	운동량 변화 $2mv_x$와 왕복 시간 $2L/v_x$를 구한 경우 (1점) / 평균 힘 mv_x^2/L에서 출발해 $\langle v_x^2\rangle = \langle v^2\rangle/3$을 적용하여 $P = Nm\langle v^2\rangle/(3V)$를 유도한 경우 (1점)	2
(2)	$PV = Nk_BT$와 비교하여 $\frac{1}{2}m\langle v^2\rangle = \frac{3}{2}k_BT$를 보이고 $v_{\mathrm{rms}} = \sqrt{3RT/M_{\mathrm{mol}}}$을 구한 경우	1
(3)	v_{rms} 비 $4:1$과 질소의 $v_{\mathrm{rms}} \approx 5.2\times10^{2}\ \ \mathrm{m/s}$를 모두 구한 경우	1
(4)	내부 에너지가 분자 병진 운동 에너지의 총합임을 밝히고, 이원자 분자는 회전 자유도가 더해져 정적 몰비열이 크다고 설명한 경우	1

6. 예시 답안

(1) 압력의 미시적 유도

x축에 수직인 오른쪽 벽을 생각하자. 속도의 x 성분이 v_x인 분자가 이 벽과 탄성 충돌하면 $v_x \to -v_x$가 되므로

$$|\Delta p| = |(-mv_x) - (mv_x)| = 2mv_x.$$

이 분자가 반대쪽 벽까지 갔다가 되돌아와 같은 벽에 다시 부딪히기까지 걸리는 시간은 거리 $2L$을 속도 v_x로 나눈

$$\Delta t = \frac{2L}{v_x}.$$

따라서 이 분자가 벽에 주는 평균 힘은

$$f = \frac{|\Delta p|}{\Delta t} = \frac{2mv_x}{2L/v_x} = \frac{mv_x^2}{L}.$$

분자 N개에 대해 더하면 벽이 받는 전체 힘은 $F = Nm\langle v_x^2\rangle/L$이고, 벽의 넓이가 L^2이므로

$$P = \frac{F}{L^2} = \frac{Nm\langle v_x^2\rangle}{L^3} = \frac{Nm\langle v_x^2\rangle}{V}.$$

운동이 모든 방향으로 고르므로 $\langle v^2\rangle = \langle v_x^2\rangle + \langle v_y^2\rangle + \langle v_z^2\rangle = 3\langle v_x^2\rangle$이다. 이를 대입하면

$$P = \frac{Nm\langle v^2\rangle}{3V} \quad \text{또는} \quad PV = \frac{1}{3}Nm\langle v^2\rangle.$$

(2) 온도의 분자 운동론적 의미

(1)의 결과를 $PV = Nk_BT$와 비교하면

$$\frac{1}{3}Nm\langle v^2\rangle = Nk_BT \quad\Longrightarrow\quad \frac{1}{2}m\langle v^2\rangle = \frac{3}{2}k_BT.$$

즉 **절대 온도는 분자 하나의 평균 병진 운동 에너지에 비례**한다. 양변에 아보가드로수를 곱해 몰 단위로 바꾸면 $N_Ak_B = R$, $N_Am = M_{\mathrm{mol}}$이므로

답

$$v_{\mathrm{rms}} = \sqrt{\langle v^2\rangle} = \sqrt{\frac{3k_BT}{m}} = \sqrt{\frac{3RT}{M_{\mathrm{mol}}}}.$$

(3) 수치 계산

같은 온도에서 $v_{\mathrm{rms}} \propto 1/\sqrt{M_{\mathrm{mol}}}$이므로

$$\frac{v_{\mathrm{rms,H_2}}}{v_{\mathrm{rms,O_2}}} = \sqrt{\frac{32}{2}} = 4.$$

수소 : 산소 $= 4 : 1$

질소($M_{\text{mol}} = 28\ \text{g/mol} = 0.028\ \text{kg/mol}$), $T = 300\ \text{K}$에서

$$v_{\text{rms}} = \sqrt{\frac{3 \times 8.3 \times 300}{0.028}} = \sqrt{2.67 \times 10^5} \approx 5.2 \times 10^2\ \text{m/s}\ .$$

답 약 $5.2 \times 10^2\ \text{m/s}$ (약 520 m/s)로, 공기 중 음속(약 340 m/s)과 같은 자릿수이다. 소리가 분자의 운동으로 전달되기 때문이다.

(4) 내부 에너지와 몰비열

단원자 분자는 회전이나 진동으로 에너지를 저장하지 못하고 오직 병진 운동만 한다. 따라서 기체의 내부 에너지는 분자들의 병진 운동 에너지의 총합이며, (2)에서 분자 하나가 평균 $\frac{3}{2}k_BT$를 가지므로

$$U = N \cdot \frac{3}{2}k_BT = \frac{3}{2}nRT.$$

이원자 분자는 병진 운동 외에 두 개의 축에 대한 **회전 운동**으로도 에너지를 저장할 수 있다. 에너지 등분배 법칙에 따라 에너지를 저장할 수 있는 운동 방식(자유도) 하나마다 분자당 평균 $\frac{1}{2}k_BT$가 배분되므로, 상온의 이원자 분자는 자유도가 $3 + 2 = 5$가 되어 $U = \frac{5}{2}nRT$이다.

답 같은 온도를 올리는 데 더 많은 에너지가 필요하므로 정적 몰비열이 $C_V = \frac{3}{2}R$에서 $\frac{5}{2}R$로 커진다. 온도가 매우 높아 진동 자유도까지 활성화되면 더 커진다.

7. 면접 추가 질문 및 검토 의견

· 추가 질문: “(1)에서 분자가 다른 분자와 충돌하면 유도가 깨지지 않는가?” (충돌은 운동량을 주고받을 뿐 벽에 전달되는 총량을 바꾸지 않음)
· 추가 질문: “같은 온도에서 수소가 산소보다 4배 빠른데, 지구 대기에 수소가 거의 없는 것과 관련이 있는가?” (탈출 속도)
· 검토 의견: (1)에서 왕복 시간을 L/v_x로 잡는 실수가 가장 흔하다. ‘같은 벽’에 다시 부딪힌다는 조건을 그림에서 확인하게 한다. (3)의 단위 환산(g/mol → kg/mol)을 빠뜨리면 답이 $\sqrt{1000}$배 어긋나므로 반드시 점검한다.

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