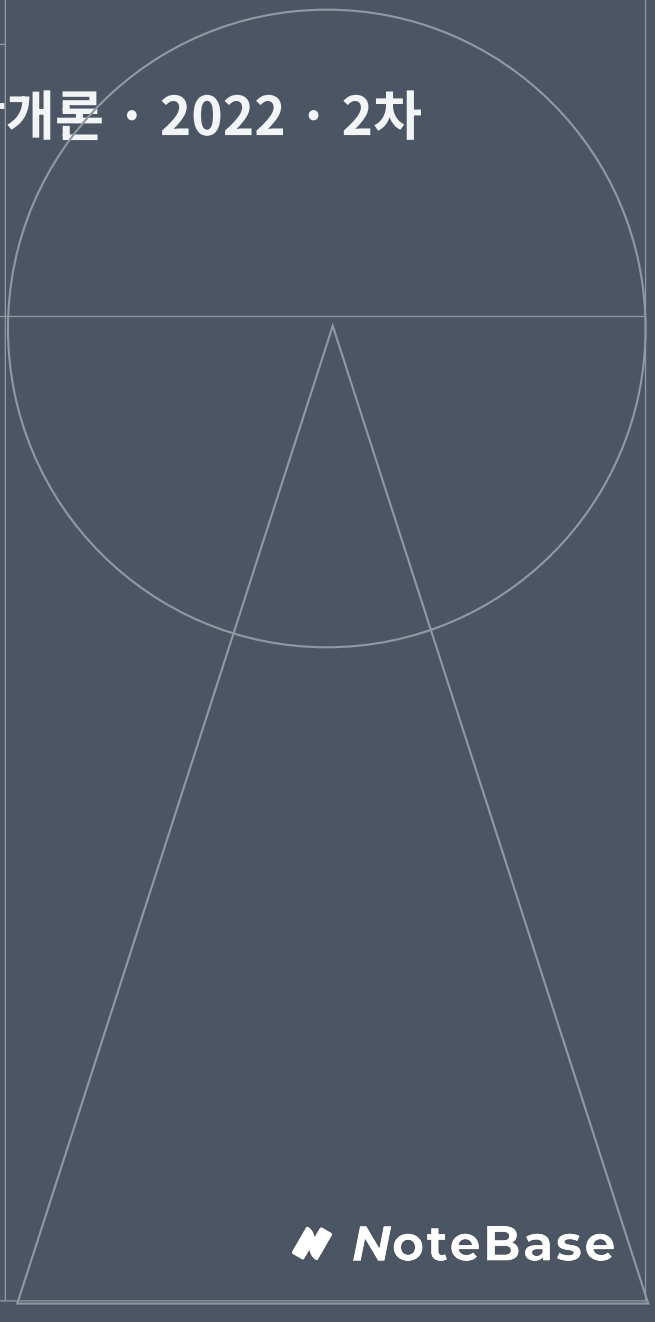
기출OX 해설집

공무원/국가직/7급 · 물리학개론 · 2022 · 2차



NoteBase

기출OX 해설집

공무원/국가직/7급 · 물리학개론 · 2022 · 2차

공무원/국가직/7급 · 물리학개론 · 2022 · 2차

문 1. v의 속력으로 달리던 트럭의 운전자가 직선 도로에서 급브레이크를 밟자마자 트럭은 바퀴가 멈춘 상태에서 거리 d만큼 미끄러진 후 멈추었다. 질량을 처음의 두 배로 늘린 같은 트럭이 같은 도로에서 v의 속력으로 달리다가 운전자가 급브레이크를 밟아 바퀴가 멈춘 상태에서 트럭이 멈출 때까지 미끄러진 거리는? (단, 도로와 바퀴 사이의 운동마찰계수는 균일하다)

① $\frac{d}{2}$

② d

③ $2d$

④ $4d$

정답 2번

출제 포인트

운동마찰력에 의한 감속에서 정지거리가 질량과 무관하고 $\frac{v^2}{2\mu g}$로 결정된다는 점을 묻는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 처음 트럭의 정지거리는 d이다.
바뀐 조건: 질량이 2배이지만 속력 v, 운동마찰계수 μ, 도로 조건은 같다.
구해야 할 값: 바퀴가 멈춘 상태로 미끄러져 정지할 때의 거리이다.
주의할 조건: 운동마찰력 $f_k = \mu mg$와 초기 운동에너지 $\frac{1}{2}mv^2$에 모두 질량이 들어가므로 질량은 소거된다.

사용할 공식

$f_k d = \frac{1}{2}mv^2, \qquad f_k = \mu mg$
이 공식을 쓰는 이유: 바퀴가 잠긴 뒤에는 일정한 운동마찰이 작용하고, 그 마찰이 한 일이 초기 운동에너지를 모두 없애기 때문이다.

계산 과정

1. 처음 트럭은 $\mu mg \cdot d = \frac{1}{2}mv^2$를 만족한다.
2. 질량을 $2m$으로 바꾸면 $\mu(2m)g \cdot d' = \frac{1}{2}(2m)v^2$가 된다.
3. 양변의 $2m$을 소거하면 $\mu g d' = \frac{1}{2}v^2$이므로 $d' = \frac{v^2}{2\mu g} = d$이다.

NoteBase

선지 판단

① X
- $d/2$가 되려면 질량 증가가 정지거리를 줄여야 하지만, 이 문제에서는 질량이 소거된다.
- 틀린 표현은 "정지거리가 $d/2$로 줄어든다"이다. 올바르게는 "정지거리는 d로 유지된다"이다.

② O
- 같은 v, 같은 μ에서는 정지거리 $\frac{v^2}{2\mu g}$가 변하지 않으므로 d가 맞다.

③ X
- 질량이 2배이면 초기 운동에너지는 2배가 되지만 운동마찰력도 2배가 되어 정지거리는 2배가 되지 않는다.
- 틀린 표현은 "정지거리가 $2d$가 된다"이다. 올바르게는 "운동에너지 증가와 마찰력 증가가 함께 일어나 정지거리는 d이다"이다.

④ X
- $4d$는 속력이 2배일 때처럼 v^2 효과를 잘못 떠올린 값이다. 이 문제에서는 속력이 그대로이므로 그런 증가는 없다.
- 틀린 표현은 "정지거리가 $4d$가 된다"이다. 올바르게는 "속력이 같으므로 정지거리는 d이다"이다.

오답 포인트

질량이 2배이면 무조건 더 멀리 미끄러진다고 생각하기 쉽지만, 운동마찰력도 μmg만큼 함께 커져 질량 효과가 상쇄된다. ④는 속력 변화 문제의 v^2 비례를 질량 변화 문제에 잘못 가져오게 만드는 함정이다.

다시 나오면 이렇게 판단

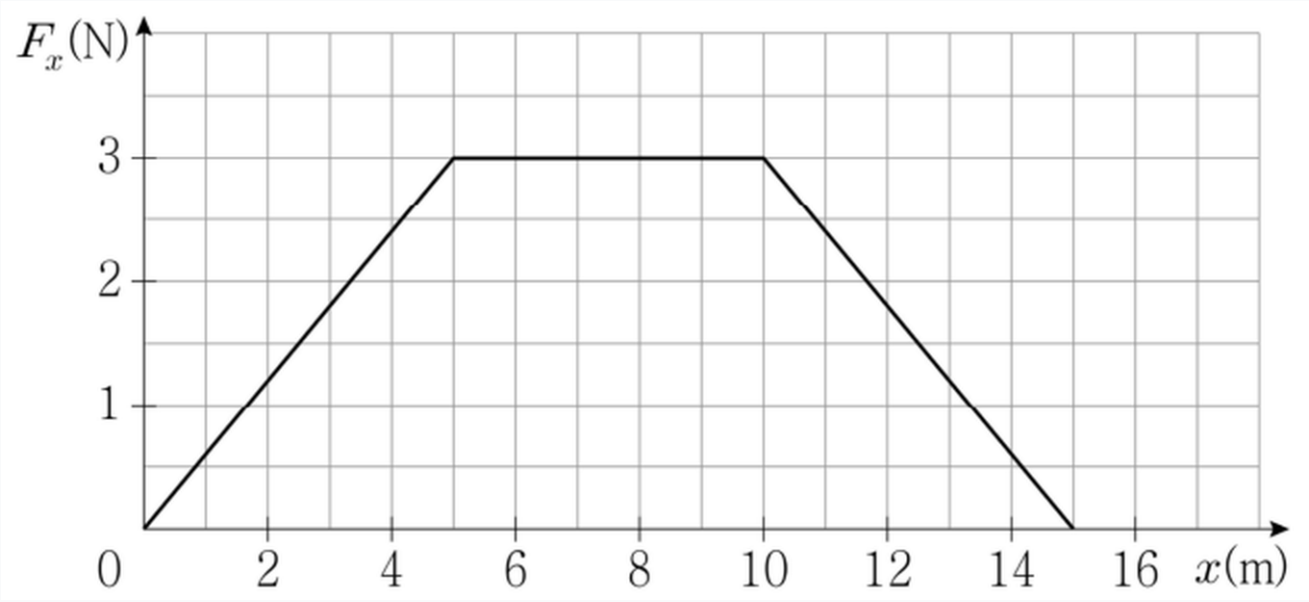
바퀴가 잠긴 미끄럼 정지 문제는 먼저 $f_k = \mu mg$를 세우고, 일-에너지식 또는 $a = \mu g$를 써서 질량이 소거되는지 확인하면 된다. 속력이 그대로이면 정지거리는 질량이 아니라 v^2, μ, g에 의해 결정된다.

암기 포인트

잠긴 바퀴의 정지거리는 $\frac{v^2}{2\mu g}$이며 질량과 무관하다.

NoteBase

문 2. 질량 15kg인 물체가 $+x$ 방향으로 직선 운동하며, 그림처럼 위치에 따라 크기가 변하는 알짜 힘을 $+x$ 방향으로 받는다. $x = 15$m에 도달했을 때 물체의 속력이 2m/s였다면, $x = 0$m에서 속력[m/s]은?



① 0

② 0.10

③ 0.15

④ 0.20

정답 1번

출제 포인트

이 문제는 힘-위치 그래프의 넓이를 일로 해석하고 일-에너지 정리로 초기 속도를 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 질량 $m = 15kg$, $x = 15m$에서 속력 $v = 2m/s$이다.

구해야 할 값: $x = 0m$에서의 속력이다.

주의할 조건: 그래프 전체가 $+x$ 방향 힘이므로 $x = 0$부터 $15m$까지 한 일은 모두 양수이다.

NoteBase

사용할 공식

일-에너지 정리 $W = \Delta K = K_f - K_i$를 사용한다.
힘-위치 그래프에서 일은 그래프 아래 넓이이므로
$W = \frac{1}{2} \cdot 5 \cdot 3 + 5 \cdot 3 + \frac{1}{2} \cdot 5 \cdot 3 = 30J$
이 공식을 쓰는 이유는 힘이 위치에 따라 변하므로 그래프 넓이로 총일을 구한 뒤 운동에너지 변화와 바로 연결할 수 있기 때문이다.

계산 과정

1. $x = 15m$에서의 운동에너지는
$K_f = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2} \cdot 15 \cdot (2)^2 = 30J$
이다.
2. $x = 0$부터 $15m$까지 한 일은 그래프 넓이와 같아서 $W = 30J$이다.
3. 일-에너지 정리에서
$30 = K_f - K_i = 30 - K_i$
이므로 $K_i = 0J$이다.
4. 따라서
$K_i = \frac{1}{2}mv_0^2 = 0$
이므로 초기 속력은 $v_0 = 0m/s$이다.

선지별 해설

① O: 계산 결과 초기 속력은 $0m/s$이므로 맞다.
② X: $0.10m/s$이면 초기 운동에너지가 $\frac{1}{2} \cdot 15 \cdot (0.10)^2 = 0.075J$가 되어 최종 운동에너지는 $30.075J$가 된다. 그러면 $x = 15m$에서 속력이 $2m/s$보다 커지므로 틀리다. 올바르게는 $0m/s$이다.
③ X: $0.15m/s$이면 초기 운동에너지가 $0.16875J$이므로 역시 $x = 15m$에서 속력이 $2m/s$보다 커진다. 올바르게는 $0m/s$이다.
④ X: $0.20m/s$이면 초기 운동에너지가 $0.30J$이므로 역시 $x = 15m$에서 속력이 $2m/s$보다 커진다. 올바르게는 $0m/s$이다.

오답 포인트

힘-위치 그래프의 넓이를 총일로 보지 않고 가속도 계산으로 돌아가거나, 총일과 최종 운동에너지의 관계를 바로 연결하지 못하면 0이 아닌 속력을 고르기 쉽다. 이 문항은 총일 $30J$와 최종 운동에너지 $30J$가 정확히 같다는 점이 핵심 함정이다.

다시 나오면 이렇게 판단

그래프형 역학 문제는 먼저 그래프 넓이로 일을 구하고, 그다음 $W = K_f - K_i$에 대입해 미지의 운동에너지를 찾는 순서로 판단한다. 최종 운동에너지와 총일이 같으면 초기 운동에너지는 0이다.

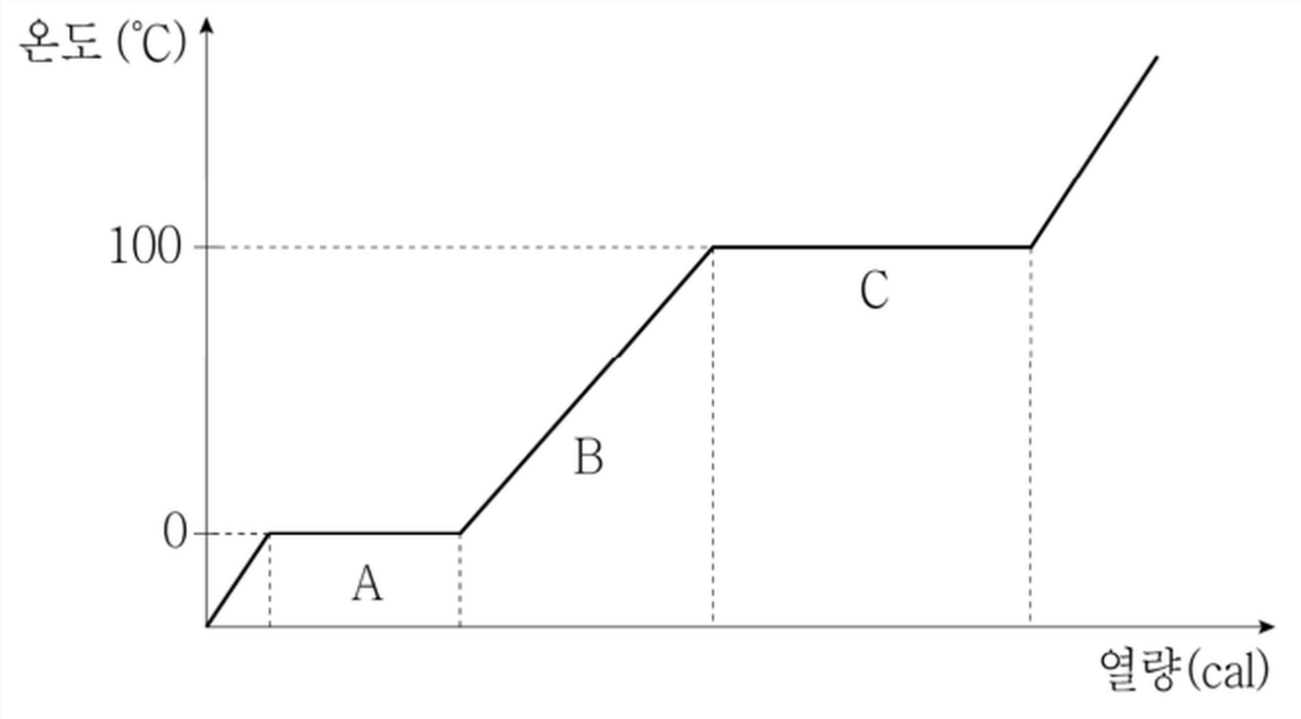
NoteBase

암기 포인트

힘-위치 그래프의 넓이는 일이고, $W = \Delta K$이므로 총일과 최종 운동에너지가 같으면 출발 속력은 0이다.

NoteBase

문 3. 그림은 100g의 얼음이 담긴 밀폐된 용기에 열을 가하는 동안 가한 열량에 따른 온도변화를 그래프로 나타낸 것이다. 이에 대한 설명으로 옳은 것만을 모두 고르면? (단, 외부로 열의 방출은 없고, 용기의 열용량은 무시한다)



ㄱ. A 구간에서 가한 열량은 C 구간에서 가한 열량보다 작다.

ㄴ. B 구간에서 가한 열량은 10kcal이다.

ㄷ. C 구간에서 일어나는 상전이에 관여하는 잠열의 양은 상전이의 방향이 달라져도 일정하다.

① ㄱ, ㄴ

② ㄱ, ㄷ

③ ㄴ, ㄷ

④ ㄱ, ㄴ, ㄷ

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 가열 곡선의 각 구간이 융해, 액체의 온도 상승, 기화 중 무엇에 해당하는지를 구분하고, $Q = mL$과 $Q = mc\Delta T$로 열량을 계산할 수 있는지를 묻는다.

NoteBase

조건 정리

질량은 100 g이다.
A 구간은 0°C에서 얼음이 물로 녹는 구간이다.
B 구간은 물의 온도가 0°C에서 100°C로 올라가는 구간이다.
C 구간은 100°C에서 물이 수증기로 변하는 구간이다.
외부로의 열손실과 용기의 열용량은 무시한다.

사용할 공식

상변화 구간은 $Q = mL$, 온도 변화 구간은 $Q = mc\Delta T$를 쓴다.
A와 C는 온도가 일정한 상변화 구간이므로 잠열 공식을 적용한다.
B는 물의 온도가 올라가는 구간이므로 비열 공식을 적용한다.

계산 과정

A 구간: 얼음의 융해잠열을 80 cal/g로 두면 $Q_A = 100 \times 80 = 8000\text{cal} = 8\text{kcal}$이다.
B 구간: 물의 비열을 1 cal/(g · °C)로 두면 $Q_B = 100 \times 1 \times 100 = 10000\text{cal} = 10\text{kcal}$이다.
C 구간: 물의 기화잠열을 540 cal/g로 두면 $Q_C = 100 \times 540 = 54000\text{cal} = 54\text{kcal}$이다.
따라서 ㄱ은 8 kcal와 54 kcal를 비교하는 진술이므로 옳고, ㄴ은 B 구간 열량이 10 kcal이므로 옳고, ㄷ은 기화와 응축에서 잠열의 크기는 같고 출입 방향만 반대이므로 옳다.

선지별 해설

1번 X: ㄱ, ㄴ만 옳다고 본 보기이다. 그러나 ㄷ도 옳다. C 구간의 잠열은 기화일 때 흡수되고 응축일 때 방출되지만 크기는 동일하다. 틀린 표현은 'ㄱ, ㄴ'만 고른 점이며, 올바르게는 'ㄱ, ㄴ, ㄷ'이다.
2번 X: ㄱ, ㄷ만 옳다고 본 보기이다. 그러나 B 구간 열량은 10 kcal이므로 ㄴ도 옳다. 틀린 표현은 ㄴ을 제외한 점이며, 올바르게는 'ㄱ, ㄴ, ㄷ'이다.
3번 X: ㄴ, ㄷ만 옳다고 본 보기이다. 그러나 A 구간 8 kcal는 C 구간 54 kcal보다 작으므로 ㄱ도 옳다. 틀린 표현은 ㄱ을 제외한 점이며, 올바르게는 'ㄱ, ㄴ, ㄷ'이다.
4번 O: ㄱ, ㄴ, ㄷ을 모두 고른 보기이다. 세 진술이 모두 계산과 상변화 성질에 맞으므로 옳다.

오답 포인트

A와 C가 모두 온도 일정 구간이라는 이유만으로 필요한 열량도 비슷하다고 보면 틀린다. 상변화 구간의 열량은 구간 길이가 아니라 잠열의 크기로 결정되며, 물의 기화잠열은 융해잠열보다 훨씬 크다. 또한 ㄷ에서 헷갈리는 지점은 잠열의 부호와 크기를 구분하지 않는 점인데, 방향이 바뀌면 흡수와 방출만 바뀌고 크기는 유지된다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

가열 곡선 문제는 먼저 각 구간이 상변화인지 온도 변화인지 분류한 뒤, 상변화에는 $Q = mL$, 온도 변화에는 $Q = mc\Delta T$를 적용해 각각의 열량을 구한다. 그다음 각 진술이 계산값과 상변화의 성질에 맞는지만 확인하면 된다.

암기 포인트

물 100 g 기준으로 0°C에서 녹는 데는 8 kcal, 0에서 100°C까지 데우는 데는 10 kcal, 100°C에서 기화시키는 데는 54 kcal가 든다.

NoteBase

문 4. 같은 부피의 용기 1과 용기 2에는 각각 1 mol의 수소($^1_1\mathrm{H}$) 기체와 1 mol의 헬륨($^4_2\mathrm{He}$) 기체가 채워져 있다. 용기 1과 용기 2의 압력이 같다면, 용기 속의 기체 상태에 대한 설명으로 옳은 것은? (단, 수소 기체와 헬륨 기체는 이상기체로 가정한다)

① 기체 온도는 수소가 헬륨보다 높다.

② 기체 온도는 수소가 헬륨보다 낮다.

③ 기체 분자의 제곱평균제곱근 속력은 수소가 헬륨보다 크다.

④ 기체 분자의 제곱평균제곱근 속력은 수소가 헬륨보다 작다.

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 이상기체 상태방정식으로 두 기체의 온도를 비교한 뒤, 제곱평균제곱근 속력의 질량 의존성을 판단하는 문제이다.

조건 정리

주어진 조건은 두 용기의 부피가 같고, 각각 1 mol의 기체가 들어 있으며, 압력도 같다는 점이다.
이상기체이므로 $PV = nRT$를 그대로 적용할 수 있다.
구해야 할 내용은 두 기체의 온도 비교와 제곱평균제곱근 속력 비교이다.

사용할 공식

이상기체 상태방정식은 $PV = nRT$이다.
제곱평균제곱근 속력은 $v_{\mathrm{rms}} = \sqrt{\frac{3RT}{M}}$이다.
이 공식을 쓰는 이유는 압력, 부피, 몰수가 같으면 온도 관계가 바로 정해지고, 온도가 정해진 뒤에는 분자량 M에 따라 속력의 크기를 비교할 수 있기 때문이다.

계산 과정

1. $PV = nRT$에서 두 기체는 P, V, n이 모두 같으므로 T도 같다.
2. 따라서 수소와 헬륨의 온도는 높고 낮음의 관계가 아니라 서로 같다.
3. 같은 온도에서 v_{rms}는 $1/\sqrt{M}$에 비례하므로, 분자량이 더 작은 기체가 더 빠르다.
4. 문제의 표기대로 수소는 1H, 헬륨은 4He이므로 수소 쪽 질량이 더 작다. 따라서 수소의 제곱평균제곱근 속력이 더 크다.

NoteBase

선지 판단

1번: X. $PV = nRT$에서 두 기체의 P, V, n이 같으므로 온도도 같다. 틀린 표현은 "수소가 헬륨보다 높다"이고, 올바르게는 "두 기체의 온도는 같다"이다.
2번: X. 두 기체의 온도는 같으므로 "수소가 헬륨보다 낮다"도 틀리다. 올바르게는 "두 기체의 온도는 서로 같다"이다.
3번: O. 같은 온도에서 $v_{\text{rms}} = \sqrt{3RT/M}$이므로 분자량이 작은 수소의 속력이 더 크다. 따라서 수소가 헬륨보다 크다는 진술은 옳다.
4번: X. 제곱평균제곱근 속력은 질량이 클수록 작아지므로, 헬륨보다 가벼운 수소의 속력이 더 작다는 진술은 반대이다. 올바르게는 "수소의 제곱평균제곱근 속력은 헬륨보다 크다"이다.

오답 포인트

압력이 같으면 무조건 온도도 다를 것이라고 막연히 생각하면 1번과 2번 사이에서 흔들린다. 이 문항의 함정은 온도 비교를 감으로 하지 말고 $PV = nRT$에서 P, V, n이 모두 같다는 조건을 먼저 확인해야 한다는 점이다. 그다음 속력 비교에서 질량이 작은 기체가 더 빠르다는 방향을 반대로 잡으면 4번에 끌린다.

다시 나오면 이렇게 판단

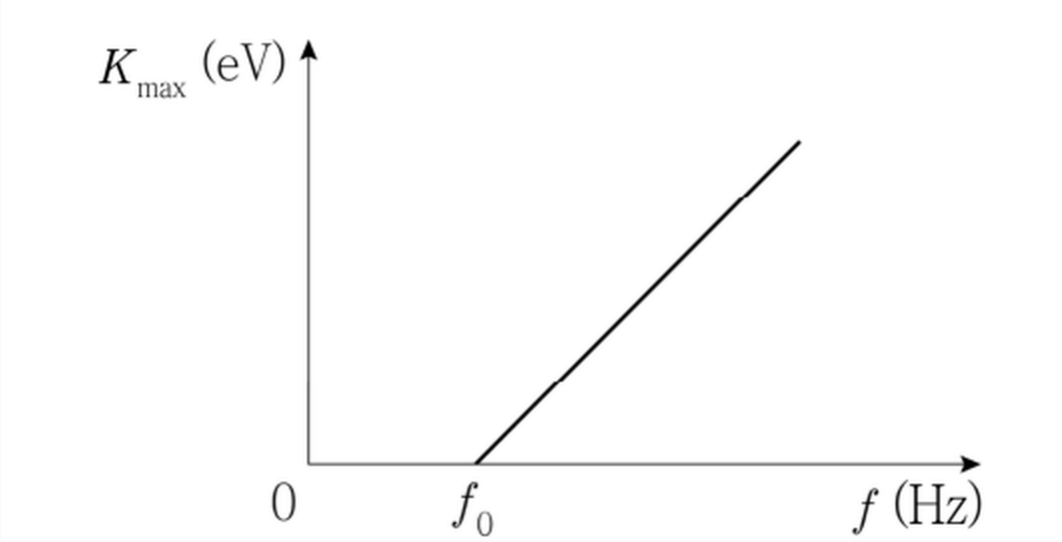
같은 종류가 아닌 기체를 비교할 때는 먼저 $PV = nRT$로 온도가 같은지 다른지부터 정리한다. 온도가 같으면 분자 운동 속도는 $v_{\text{rms}} \propto 1/\sqrt{M}$만 보고, 더 가벼운 기체가 더 빠르다고 판단한다.

암기 포인트

같은 P, V, n이면 같은 T이고, 같은 T에서는 가벼운 기체일수록 v_{rms}가 크다.

NoteBase

문 5. 그림은 어떤 금속 표면에 입사하는 빛의 진동수와 표면에서 튀어나오는 전자의 최대 운동에너지의 관계를 그래프로 나타낸 것이다. 이 그래프의 기울기에 해당하는 것은?



① 빛의 속력

② 문턱진동수

③ 플랑크 상수

④ 입사하는 빛의 파장

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 광전효과 그래프에서 K_{max}와 f의 직선 관계를 읽어 기울기가 무엇을 뜻하는지 판단하는 문제이다. 문턱진동수 f_0는 x절편이고, 기울기는 플랑크 상수에 해당한다.

NoteBase

선지별 해설

① X
빛의 속력 c는 진공에서 일정한 상수이지만, 이 그래프의 기울기는 에너지와 진동수의 비례관계를 뜻한다. 틀린 표현은 "빛의 속력"이고, 올바르게는 플랑크 상수이다.

② X
문턱진동수는 광전자가 막 방출되기 시작하는 최소 진동수이므로 그래프에서 $K_{max} = 0$인 x절편 f_0에 해당한다. 틀린 표현은 기울기에 문턱진동수를 대응한 점이고, 올바르게는 문턱진동수는 x절편이다.

③ O
광전효과 식은 $K_{max} = hf - \phi$이다. 따라서 K_{max}를 세로축, f를 가로축에 두면 직선의 기울기는 h이다.
세로축을 eV로 읽으면 기울기는 플랑크 상수를 $eV \cdot s$ 단위로 나타낸 값으로 해석된다.

④ X
파장은 진동수와 $c = f\lambda$로 연결되므로 진동수가 커질수록 반비례로 변하는 양이다. 이 그래프의 직선 기울기처럼 일정한 비례상수로 직접 나타나지 않는다. 틀린 표현은 "입사하는 빛의 파장"이고, 올바르게는 기울기는 플랑크 상수이다.

오답 포인트

x절편과 기울기의 역할을 바꿔 읽거나, f와 λ의 관계를 혼동하면 ② 또는 ④로 흐르기 쉽다. 광전효과 직선에서 f_0는 시작점이고 기울기는 h라는 역할 구분이 핵심이다.

다시 나오면 이렇게 판단

광전효과 그래프가 나오면 먼저 $K_{max} = 0$이 되는 x절편이 문턱진동수인지 확인하고, 직선의 기울기를 식 $K_{max} = hf - \phi$의 비례상수와 대응하면 된다. x절편은 f_0, 기울기는 h로 읽으면 정답을 고를 수 있다.

암기 포인트

광전효과 그래프는 "x절편은 f_0, 기울기는 h"로 정리된다.

NoteBase

문 6. 비커에 담겨 있는 얼음물에 800cal의 열을 전달하였다. 이 얼음물을 휘저어서 320J의 일을 가하였을 때, 이 과정에서 최대로 녹을 수 있는 얼음의 질량[g]은? (단, 물의 융해열은 80cal/g이고, 외부로 열의 방출은 없고, 1cal는 4J과 동등하다고 가정한다)

① 11

② 22

③ 33

④ 44

정답 1번

출제 포인트

이 문제는 가해진 열과 외부에서 한 일을 모두 에너지로 합산한 뒤 융해열로 나누어 최대 녹는 질량을 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 열량은 $800cal$이다.
휘저으면서 가한 일은 $320J$이고, $1cal = 4J$이므로 $80cal$이다.
외부로 열 손실이 없으므로 얼음이 흡수한 총에너지는 $800 + 80 = 880cal$이다.
물의 융해열은 $80cal/g$이다.

사용할 공식

녹는 질량 m은 $Q_{\text{total}} = mL_f$로 구한다.
여기서 $Q_{\text{total}} = Q + W$이고 L_f는 융해열이다.
이 문제는 열전달과 외부에서 가한 일이 모두 얼음을 녹이는 에너지로 쓰이므로 이 공식을 적용한다.

계산 과정

1. 일 $320J$를 열량으로 바꾸면 $320/4 = 80cal$이다.
2. 얼음이 받은 총에너지는 $800 + 80 = 880cal$이다.
3. 녹는 질량은 $m = 880/80 = 11g$이다.

NoteBase

선지 판단

1번: O. 계산 결과 최대 녹을 수 있는 질량은 $11g$이므로 맞다.
2번: X. $22g$을 녹이려면 $22 \times 80 = 1760cal$이 필요해 주어진 $880cal$로는 부족하다. 틀린 표현은 "최대로 22 g이 녹는다"이고, 올바르게는 "최대로 11 g이 녹는다"이다.
3번: X. $33g$을 녹이려면 $33 \times 80 = 2640cal$이 필요하므로 에너지가 크게 부족하다. 틀린 표현은 "최대로 33 g이 녹는다"이고, 올바르게는 "최대로 11 g이 녹는다"이다.
4번: X. $44g$을 녹이려면 $44 \times 80 = 3520cal$이 필요하므로 주어진 조건으로는 불가능하다. 틀린 표현은 "최대로 44 g이 녹는다"이고, 올바르게는 "최대로 11 g이 녹는다"이다.

오답 포인트

휘저으면서 한 일 $320J$를 별도 정보로 버리거나, J를 cal로 환산하지 않으면 틀린다. 이 문제의 함정은 열과 일이 모두 얼음의 융해에 쓰인다는 점을 놓치게 만드는 데 있다.

다시 나오면 이렇게 판단

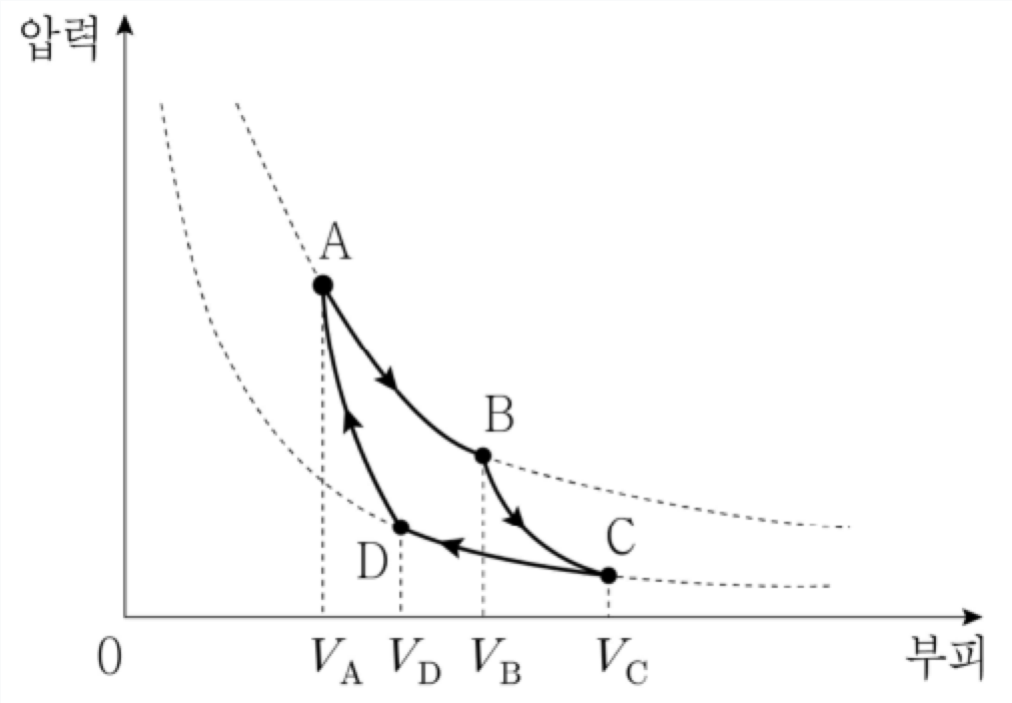
열역학 계산형 문항은 먼저 들어온 에너지가 열인지 일인지 구분하고, 같은 단위로 통일한 뒤 $Q_{\text{total}} = mL$ 또는 $\Delta U = Q + W$에 맞게 대입해 판단한다.

암기 포인트

상변화에서는 온도 변화보다 잠열 계산이 먼저이며, 열과 일은 같은 에너지이므로 단위를 맞춰 합산한다.

NoteBase

문 7. 그림은 카르노(Carnot) 기관의 순환 과정을 압력-부피 그래프로 나타낸 것이다. A→B와 C→D는 등온 과정이고, B→C와 D→A는 가역적 단열 과정이다. 이에 대한 설명으로 옳은 것만을 모두 고르면?



ㄱ. A→B 과정에서 흡수한 열량은 C→D 과정에서 방출한 열량과 같다.

ㄴ. A→B 과정에서 엔트로피 증가량은 C→D 과정에서 엔트로피 감소량과 같다.

ㄷ. 1 순환 과정에서 $\frac{V_B}{V_A} = \frac{V_C}{V_D}$ 이다.

① ㄴ

② ㄱ, ㄴ

③ ㄱ, ㄷ

④ ㄴ, ㄷ

정답 4번

출제 포인트

카르노 순환의 압력-부피 도식에서 등온 과정의 열출입, 가역 단열 과정의 엔트로피 변화, 단열식으로부터 얻는 부피비 관계를 함께 판단하는 문제이다.

NoteBase

보기 판단

ㄱ. X. A→B는 고온 T_H에서의 등온 팽창이므로 흡수 열량은 $Q_H = nRT_H \ln(V_B/V_A)$이다. C→D는 저온 T_C에서의 등온 압축이므로 방출 열량의 크기는 $|Q_C| = nRT_C \ln(V_C/V_D)$이다. 카르노 순환에서는 $V_B/V_A = V_C/V_D$이지만 $T_H > T_C$이므로 $Q_H > |Q_C|$이다.
ㄴ. O. 가역 등온 과정에서 엔트로피 변화는 $\Delta S = Q_{rev}/T$이므로 $\Delta S_{AB} = nR\ln(V_B/V_A)$, $\Delta S_{CD} = nR\ln(V_D/V_C)$이다. 따라서 A→B의 엔트로피 증가량과 C→D의 엔트로피 감소량의 크기는 같다.
ㄷ. O. 가역 단열 과정에서는 $TV^{\gamma-1} = \text{const}$이다. B→C에 대해 $T_H V_B^{\gamma-1} = T_C V_C^{\gamma-1}$, D→A에 대해 $T_C V_D^{\gamma-1} = T_H V_A^{\gamma-1}$이므로 두 식을 나누면 $V_B/V_A = V_C/V_D$가 된다.

선지 1

X. ①은 ㄴ만 옳다고 본 선택지이다. 실제로는 ㄴ, ㄷ이 모두 옳으므로 옳은 진술 하나를 누락했다. 올바르게는 `ㄴ, ㄷ`이다.

선지 2

X. ②는 ㄱ, ㄴ을 옳다고 본 선택지이다. ㄴ은 맞지만 ㄱ은 고온 등온팽창의 흡수 열량과 저온 등온압축의 방출 열량을 같다고 본 점이 틀렸다. 올바르게는 ㄱ 대신 ㄷ이 들어가야 하므로 `ㄴ, ㄷ`이다.

선지 3

X. ③은 ㄱ, ㄷ을 옳다고 본 선택지이다. ㄷ은 맞지만 ㄱ은 틀리며, 빠진 ㄴ도 옳다. 올바르게는 `ㄱ, ㄷ`이 아니라 `ㄴ, ㄷ`이다.

선지 4

O. ④는 ㄴ, ㄷ을 고른 선택지이다. 가역 카르노 순환에서는 등온 과정의 엔트로피 증감량 크기가 같고, 두 단열과정의 연결식으로부터 $V_B/V_A = V_C/V_D$가 성립한다.

오답 포인트

ㄱ에서 많은 수험생이 카르노 순환의 두 등온 과정이 서로 대응하므로 열량도 같다고 착각한다. 실제로 같은 것은 엔트로피 변화의 크기이며, 열량은 온도까지 곱해지므로 고온 등온선의 열량이 더 크다.

다시 나오면 이렇게 판단

카르노 순환이 보이면 먼저 두 등온 과정에서는 $Q = nRT\ln(V_f/V_i)$, 두 단열 과정에서는 $TV^{\gamma-1} = \text{const}$, 가역 등온에서는 $\Delta S = Q/T$를 연결해 본다. 그러면 열량 비교, 엔트로피 비교, 부피비 관계를 한 번에 정리할 수 있다.

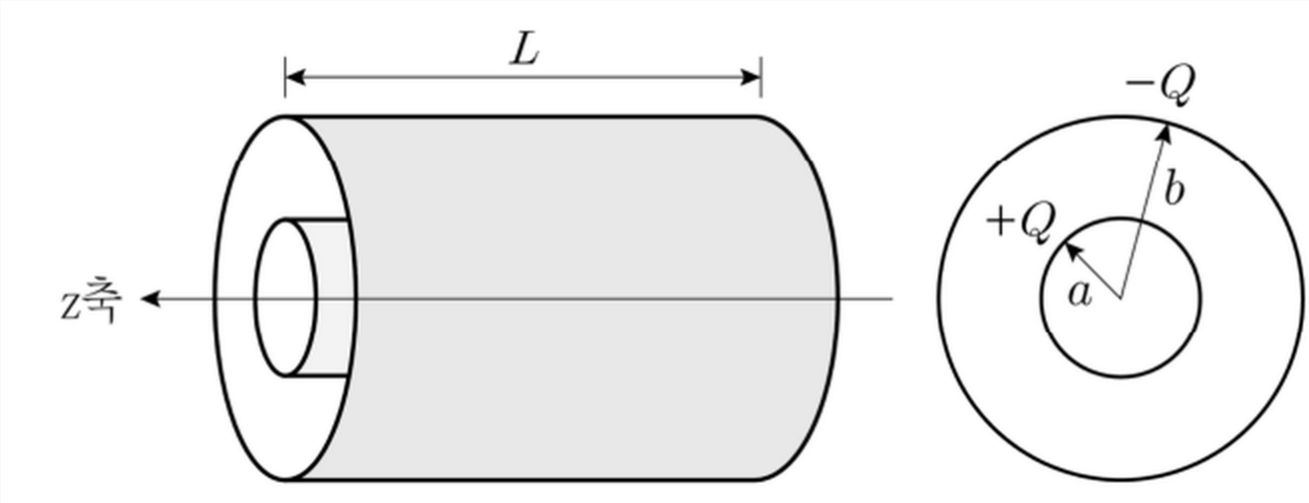
NoteBase

암기 포인트

카르노 순환에서는 `등온에서 열출입, 단열에서 엔트로피 일정, 두 등온의 엔트로피 변화 크기는 동일`이 핵심이다.

NoteBase

문 8. 반지름 a인 원통형 도체면과 반지름 b인 원통형 도체면이 중심축(z축)이 같게 놓여 있다. 바깥쪽 도체면에는 전하 $-Q$가 균일하게 대전되어 있고, 안쪽 도체면에는 전하 $+Q$가 균일하게 대전되어 있다. 두 원통의 길이가 모두 L일 때, 이 원통형 축전기의 전기용량은? (단, ε_0는 공기의 유전율이고, L은 b보다 충분히 크다)



① $\frac{\pi\varepsilon_0 L}{4\ln\left(\frac{b}{a}\right)}$
② $\frac{\pi\varepsilon_0 L}{2\ln\left(\frac{b}{a}\right)}$
③ $\frac{\pi\varepsilon_0 L}{\ln\left(\frac{b}{a}\right)}$
④ $\frac{2\pi\varepsilon_0 L}{\ln\left(\frac{b}{a}\right)}$

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 동축 원통형 축전기에서 가우스 법칙으로 전기장을 구하고 전위차를 적분하여 정전용량을 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 안쪽 도체면의 반지름은 a, 바깥쪽 도체면의 반지름은 b, 길이는 L, 유전율은 ε_0이다.
구해야 할 값: 원통형 축전기의 정전용량 C이다.
주의할 조건: L이 b보다 충분히 커서 끝부분 효과를 무시할 수 있으므로 무한히 긴 동축 원통으로 본다.

NoteBase

사용할 공식

선전하밀도를 $\lambda = Q/L$라 두면 반지름 r에서 전기장은 $E(r) = \lambda/(2\pi\varepsilon_0 r)$이다.
전위차는 $V = \int_a^b E(r)dr$이므로
$V = \frac{\lambda}{2\pi\varepsilon_0}\ln\left(\frac{b}{a}\right) = \frac{Q}{2\pi\varepsilon_0 L}\ln\left(\frac{b}{a}\right)$
따라서 정전용량은
$C = \frac{Q}{V} = \frac{2\pi\varepsilon_0 L}{\ln(b/a)}$
이다.
이 공식을 쓰는 이유는 이 문항이 원통 대칭을 가진 동축 원통형 축전기이기 때문이다.

계산 과정

1. 원통 대칭이므로 전기장은 반지름 r에만 의존하고 가우스 면으로 반지름 r, 길이 L인 원통을 잡는다.
2. 가우스 법칙에서 $E(2\pi rL) = Q/\varepsilon_0$이므로 $E(r) = Q/(2\pi\varepsilon_0 Lr)$가 된다.
3. 전위차는 $V = \int_a^b E(r)dr = \frac{Q}{2\pi\varepsilon_0 L}\ln\left(\frac{b}{a}\right)$이다.
4. 따라서 $C = Q/V = \frac{2\pi\varepsilon_0 L}{\ln(b/a)}$이므로 정답은 4번이다.

선지별 해설

① X: 계수가 $\pi\varepsilon_0/4$로 되어 있어 실제 값보다 1/8배 작다. 올바르게는 $C = \frac{2\pi\varepsilon_0 L}{\ln(b/a)}$이다.
② X: 계수가 $\pi\varepsilon_0/2$로 되어 있어 실제 값보다 1/4배 작다. 올바르게는 분자 전체가 $2\pi\varepsilon_0 L$이어야 한다.
③ X: 계수가 $\pi\varepsilon_0$로 되어 있어 실제 값의 절반이다. 올바르게는 $\pi\varepsilon_0$가 아니라 $2\pi\varepsilon_0$가 들어간다.
④ O: 가우스 법칙으로 얻은 $E(r) \propto 1/r$를 a부터 b까지 적분하면 $V \propto \ln(b/a)$가 나오므로 $C = \frac{2\pi\varepsilon_0 L}{\ln(b/a)}$가 맞다.

오답 포인트

평행판 축전기의 $C = \varepsilon_0 A/d$ 공식을 기계적으로 대입하면 안 된다. 이 문항의 핵심은 원통 대칭에서 전기장이 $1/r$로 변하고, 그래서 전위차에 $\ln(b/a)$가 생긴다는 점이다. 오답들은 이 과정을 생략하고 앞계수만 잘못 외운 경우에 주로 나온다.

다시 나오면 이렇게 판단

동축 원통형 축전기가 보이면 먼저 가우스 법칙으로 $E(r)$를 구하고, 그다음 a에서 b까지 적분해 전위차를 만든 뒤 $C = Q/V$로 정리하는 순서로 판단한다. $1/r$ 전기장이 나오면 전위차는 $\ln(b/a)$ 꼴이 된다고 연결하면 된다.

암기 포인트

동축 원통형 축전기는 $C = \frac{2\pi\varepsilon_0 L}{\ln(b/a)}$이며, 원통 대칭이면 $E \propto 1/r$, 전위차는 ln이 붙는다.

NoteBase

문 9. 지구에서 어떤 물체가 5 m 높이의 절벽에서 자유 낙하하여 바닥에 부딪혀 그대로 정지하였다. 질량이 지구의 10배이고 반지름이 지구의 2배인 행성 A에서 같은 물체가 높이 h의 절벽에서 자유 낙하하여 바닥에 부딪혀 그대로 정지하였다. 두 경우 물체가 바닥에 부딪힐 때 받은 충격량이 같았다면, 높이 h[m]는? (단, 지구와 A는 구형이며, 밀도가 균일하고, 자전하지 않으며, 대기가 없다고 가정한다)

① 1

② 1.5

③ 2

④ 2.5

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 충격량과 충돌 직전 운동량의 관계, 그리고 행성 표면 중력가속도 $g = GM/R^2$를 이용해 같은 충격량이 되게 하는 낙하 높이를 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값:
- 지구에서는 높이 $5m$에서 자유 낙하한다.
- 행성 A의 질량은 지구의 10배, 반지름은 지구의 2배이다.
- 두 경우 모두 같은 물체가 바닥에 부딪힌 뒤 그대로 정지한다.

구해야 할 값:
- 행성 A에서의 낙하 높이 h

주의할 조건:
- 충격량이 같다는 것은 정지할 때까지의 운동량 변화량이 같다는 뜻이다.
- 같은 물체이므로 충돌 직전 속도가 같아야 한다.

사용할 공식

사용 공식은 $I = \Delta p = m\Delta v$, $v^2 = 2gH$, $g = GM/R^2$이다.

이 공식을 쓰는 이유:
충격량은 물체가 정지할 때까지의 운동량 변화량이므로 같은 물체에서는 충돌 직전 속도가 같으면 충격량도 같아진다. 자유 낙하의 충돌 직전 속도는 낙하 높이와 중력가속도로 결정되므로, 먼저 행성 A의 중력가속도를 구한 뒤 속도를 같게 두면 된다.

NoteBase

계산 과정

1. 지구에서의 충돌 직전 속도는 $v_E^2 = 2g \cdot 5$이다.
2. 행성 A의 표면 중력가속도는
$g_A = \frac{G(10M)}{(2R)^2} = \frac{10}{4}\frac{GM}{R^2} = 2.5g$
이다.
3. 두 경우 충격량이 같으므로 충돌 직전 속도가 같아야 한다. 따라서
$2g \cdot 5 = 2g_A h = 2 \cdot 2.5g \cdot h$
이므로
$10g = 5gh \Rightarrow h = 2$
이다.

선지별 해설

① X
- $h = 1$이면 행성 A에서의 낙하 속도는 지구보다 작아져 충격량이 같아지지 않는다.
- 틀린 값은 1이고, 올바르게는 $h = 2m$이다.

② X
- $h = 1.5$도 $2g \cdot 5 = 2 \cdot 2.5g \cdot h$를 만족하지 못한다.
- 틀린 값은 1.5이고, 올바르게는 $h = 2m$이다.

③ O
- 행성 A의 중력가속도는 지구의 2.5배이므로 같은 충돌 직전 속도를 내려면 높이는 지구의 1/2.5배가 되어야 한다.
- 5/2.5 = 2이므로 ③이 맞다.

④ X
- $h = 2.5$이면 행성 A의 중력가속도가 더 큰데도 너무 높은 곳에서 떨어지는 셈이어서 충돌 직전 속도가 더 커진다.
- 틀린 값은 2.5이고, 올바르게는 $h = 2m$이다.

오답 포인트

충격량이 같다는 말을 힘이나 충돌 시간으로 바로 해석하면 계산이 꼬이기 쉽다. 이 문제는 충돌 뒤 정지한다는 조건이 있으므로 충격량을 운동량 변화량으로 바꾸는 것이 핵심이다. 또 행성 A의 중력가속도를 질량 10배만 보고 $10g$로 착각하면 안 되고, 반지름이 2배이므로 R^2까지 함께 반영해야 한다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

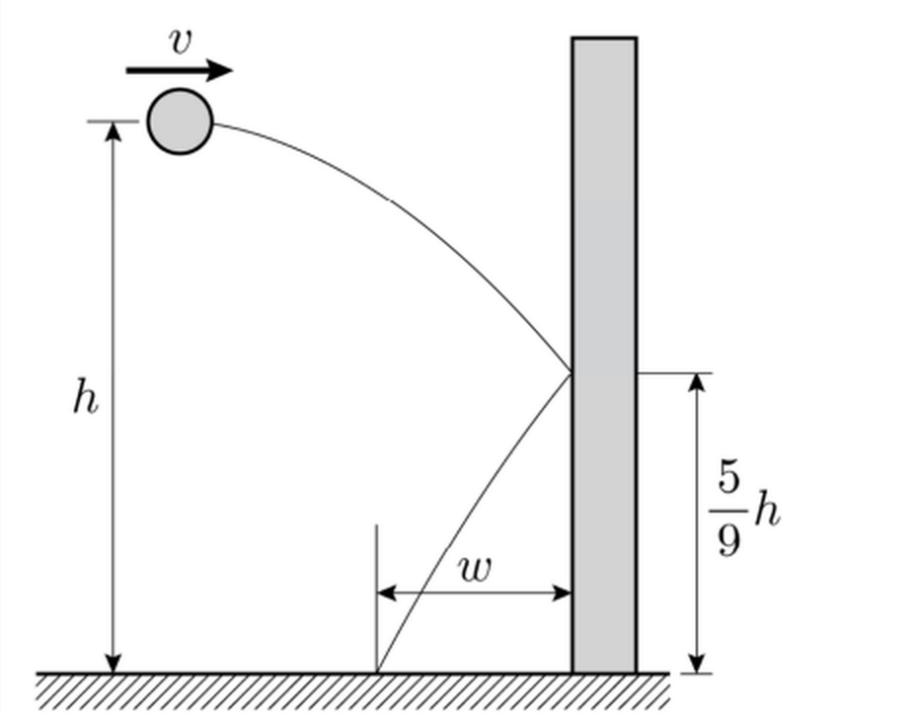
충격량이 같고 같은 물체가 최종적으로 정지하면 먼저 $I = \Delta p$에서 충돌 직전 속도가 같은지 확인한다. 그다음 자유 낙하 속도식 $v^2 = 2gH$를 쓰고, 행성이 바뀌면 반드시 $g = GM/R^2$로 새 중력가속도를 다시 계산한다.

암기 포인트

같은 물체가 정지할 때 충격량이 같으면 충돌 직전 속도가 같고, 행성 표면 중력은 $g \propto M/R^2$이다.

NoteBase

문 10. 높이 h인 지점에서 공을 벽면을 향하여 수평 방향으로 v의 속력으로 던졌다. 공은 높이가 $\frac{5}{9}h$인 곳에서 벽면과 완전 탄성 충돌을 한 후 벽면으로부터 수평 거리 w인 곳에 떨어졌다. 수평 거리 w는? (단, 공기 저항, 공의 크기는 무시하고, 벽의 질량은 무한히 크며, 중력가속도는 g이다)



① $\frac{v}{3}\sqrt{\frac{2h}{g}}$
② $\frac{v}{2}\sqrt{\frac{2h}{g}}$
③ $v\sqrt{\frac{3h}{g}}$
④ $v\sqrt{\frac{3h}{2g}} - v\sqrt{\frac{h}{2g}}$

정답 1번

출제 포인트

수평방향 속도는 벽과의 완전 탄성충돌에서 크기만 유지되고 방향만 바뀌며, 수직방향 운동은 충돌과 무관하게 계속된다는 점을 이용해 충돌 전후 시간을 나누어 w를 구하는 문제이다.

조건 정리

처음 높이는 h, 초기 수평속도는 v이다.
벽에 부딪힐 때 높이는 $\frac{5}{9}h$이므로 충돌 전 낙하거리는 $\frac{4}{9}h$이다.
완전 탄성충돌이므로 수평속도는 v에서 $-v$로 바뀌고, 수직속도는 그대로 유지된다.
구해야 할 값은 충돌 뒤 벽에서 떨어진 수평거리 w이다.

NoteBase

사용할 공식

$y = \frac{1}{2}gt^2, \qquad v_y = gt, \qquad w = vt$

수평으로 던진 물체이므로 수직방향 초기속도는 0이다. 따라서 충돌 전에는 낙하거리로 시간을 구하고, 충돌 후에는 남은 낙하시간에 수평속도 v를 곱하면 w가 된다.

계산 과정

1. 충돌 전 시간 t_1은

$\frac{4}{9}h = \frac{1}{2}gt_1^2$

이므로

$t_1 = \frac{2}{3}\sqrt{\frac{2h}{g}}$

이다.

2. 처음 높이 h에서 바닥까지 가는 전체 비행시간 T는

$h = \frac{1}{2}gT^2$

이므로

$T = \sqrt{\frac{2h}{g}}$

이다.

3. 따라서 충돌 후 남은 시간 t_2는

$t_2 = T - t_1 = \sqrt{\frac{2h}{g}} - \frac{2}{3}\sqrt{\frac{2h}{g}} = \frac{1}{3}\sqrt{\frac{2h}{g}}$

이다.

4. 충돌 후 수평속도의 크기는 여전히 v이므로

$w = vt_2 = \frac{v}{3}\sqrt{\frac{2h}{g}}$

이다.

NoteBase

선지별 해설

① O
- 계산 결과 $w = \frac{v}{3}\sqrt{\frac{2h}{g}}$와 일치하므로 옳다.

② X
- ②의 식 $\frac{v}{2}\sqrt{\frac{2h}{g}}$은 정답과 계수가 다르다.
- 이 식은 충돌 후 남은 시간을 실제보다 길게 본 값이다. 충돌은 높이 $\frac{5}{9}h$에서 일어나지만, 그때 공은 이미 아래쪽 수직속도를 가지고 있으므로 남은 시간은 $\frac{1}{3}\sqrt{\frac{2h}{g}}$이다.
- 틀린 식 → 올바르게는 $w = \frac{v}{3}\sqrt{\frac{2h}{g}}$이다.

③ X
- ③의 식 $v\sqrt{\frac{3h}{g}}$은 충돌 전후 시간을 올바르게 분리하지 않아 실제 거리보다 크게 나온다.
- 충돌 후 수평이동은 남은 시간 t_2에 대해서만 계산해야 하며, 그 시간은 $\frac{1}{3}\sqrt{\frac{2h}{g}}$이다.
- 틀린 식 → 올바르게는 $w = \frac{v}{3}\sqrt{\frac{2h}{g}}$이다.

④ X
- ④의 식 $v\sqrt{\frac{3h}{2g}} - v\sqrt{\frac{h}{2g}}$은 두 자유낙하 시간을 단순 차감한 형태인데, 충돌 순간 공의 수직속도가 0이 아니라는 점을 놓친 식이다.
- 충돌 후 운동은 높이만 남아 있는 새 자유낙하가 아니라, 이미 아래쪽 수직속도 gt_1를 가진 상태의 운동이다.
- 틀린 식 → 올바르게는 $w = \frac{v}{3}\sqrt{\frac{2h}{g}}$이다.

오답 포인트

벽과의 완전 탄성충돌에서 바뀌는 것은 수평속도의 방향뿐이고, 수직운동은 끊기지 않는다. 충돌 뒤를 높이 $\frac{5}{9}h$에서 다시 정지 상태로 떨어지는 운동으로 보면 시간이 잘못 계산된다.

다시 나오면 이렇게 판단

수평투사와 벽 충돌이 함께 나오면 먼저 충돌 전 낙하거리로 t_1을 구하고, 전체 낙하시간 T에서 t_1을 빼 t_2를 구한 뒤, 충돌 후 수평속도의 크기와 t_2를 곱해 거리를 계산한다.

암기 포인트

수직운동은 연속이고 수평속도는 벽에서 방향만 반전되므로 $w = v(T - t_1)$이다.

NoteBase

문 11. 질량이 m인 물체가 용수철 상수 k인 용수철에 매달려서 진폭 A의 1차원 진자 운동을 한다. 이 물체의 최대 속력은? (단, 공기 저항, 용수철의 질량은 무시한다)

① $A\sqrt{\frac{k}{m}}$
② $A\frac{k}{m}$
③ $A\sqrt{\frac{m}{k}}$
④ $A\frac{m}{k}$

정답 1번

출제 포인트

이 문제는 용수철 단진동에서 각진동수 $\omega = \sqrt{k/m}$와 최대 속력 $v_{\max} = A\omega$를 연결하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 질량 m, 용수철 상수 k, 진폭 A이다.
구해야 할 값: 물체의 최대 속력이다.
주의할 조건: 공기 저항과 용수철의 질량을 무시하므로 이상적인 단순 조화 운동으로 본다.

사용할 공식

사용 공식은 $\omega = \sqrt{k/m}$, $v_{\max} = A\omega$이다.
이 공식을 쓰는 이유는 용수철에 매단 물체의 1차원 진자 운동이 단순 조화 운동이고, 속력은 평형점을 지날 때 최대가 되며 그 크기가 진폭과 각진동수의 곱으로 정해지기 때문이다.

계산 과정

1. 단순 조화 운동의 각진동수는 $\omega = \sqrt{k/m}$이다.
2. 최대 속력은 $v_{\max} = A\omega$이다.
3. 따라서 $v_{\max} = A\sqrt{k/m}$가 된다.

선지별 해설

① O: $A\sqrt{k/m}$는 $v_{\max} = A\omega$, $\omega = \sqrt{k/m}$를 그대로 대입한 값이므로 최대 속력이 맞다.
② X: Ak/m는 $A\omega^2$에 해당하여 최대 속력이 아니라 최대 가속도 $a_{\max}$의 꼴이다. 틀린 표현은 속력을 Ak/m로 둔 부분이고, 올바르게는 $A\sqrt{k/m}$이다.
③ X: $A\sqrt{m/k}$는 각진동수의 역수를 곱한 꼴이어서 속력 공식과 반대이다. 틀린 표현은 $\sqrt{k/m}$를 $\sqrt{m/k}$로 뒤집은 부분이고, 올바르게는 $A\sqrt{k/m}$이다.
④ X: Am/k는 k/m를 한 번 더 뒤집은 값으로 속력의 차원도 맞지 않는다. 틀린 표현은 m/k를 속력 인자로 둔 부분이고, 올바르게는 $A\sqrt{k/m}$이다.

NoteBase

오답 포인트

②는 최대 속력과 최대 가속도를 혼동하면 고르기 쉽고, ③과 ④는 $\sqrt{k/m}$와 $\sqrt{m/k}$, k/m와 m/k를 뒤집는 함정을 노린 선지이다. 계산식의 차원까지 점검하면 이런 오답을 걸러낼 수 있다.

다시 나오면 이렇게 판단

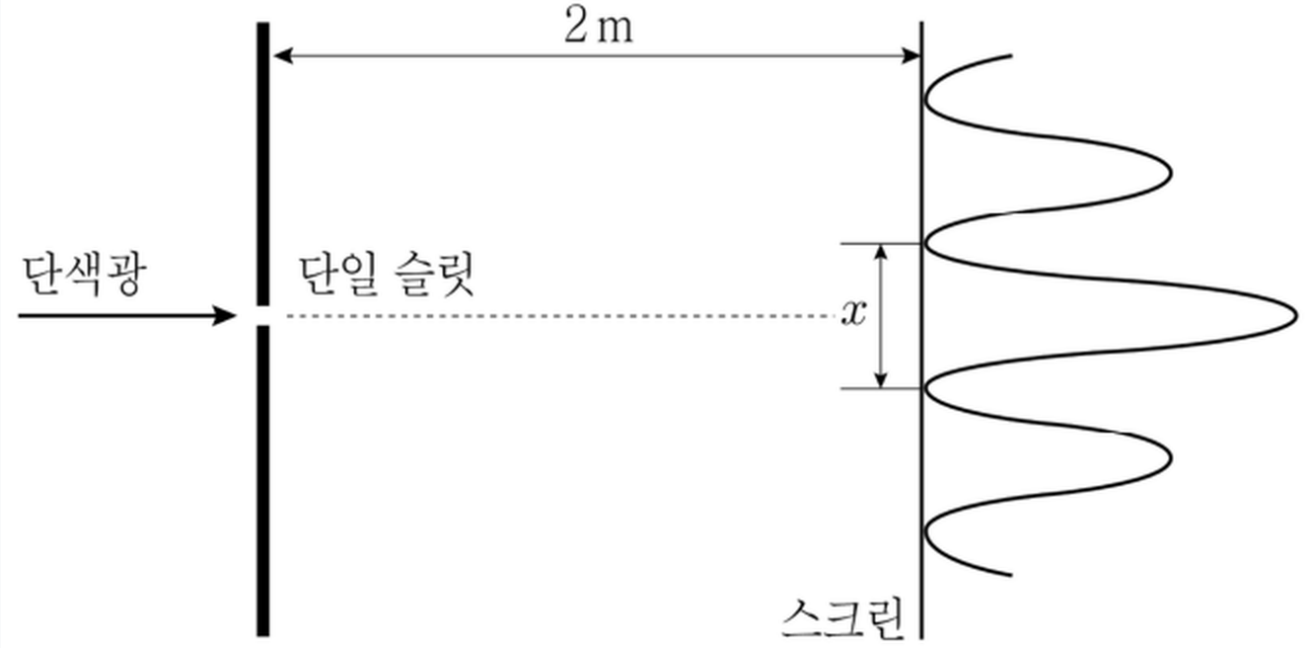
용수철 단진동이 보이면 먼저 $\omega = \sqrt{k/m}$를 떠올리고, 속력을 묻는지 가속도를 묻는지 구분한 뒤 $v_{\max} = A\omega$, $a_{\max} = A\omega^2$ 중 맞는 공식을 대입해 판단한다.

암기 포인트

용수철 단진동은 $\omega = \sqrt{k/m}$, 최대 속력은 $A\sqrt{k/m}$, 최대 가속도는 Ak/m이다.

NoteBase

문 12. 파장 500nm의 단색광이 폭이 0.5mm인 단일 슬릿에 수직으로 입사하여 슬릿으로부터 2m 떨어진 스크린에 회절 무늬를 만든다. 가운데 밝은 무늬의 폭 x[mm]는?



① 1

② 2

③ 3

④ 4

정답 4번

출제 포인트

단일 슬릿 회절에서 첫 번째 어두운 무늬 조건 $a\sin\theta = \lambda$를 쓰고, 가운데 밝은 무늬의 전체 폭이 중심에서 첫 최소점까지 거리의 2배라는 점을 묻는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 파장 $\lambda = 500nm = 5 \times 10^{-7}m$, 슬릿 폭 $a = 0.5mm = 5 \times 10^{-4}m$, 스크린까지 거리 $L = 2m$이다.

구해야 할 값: 가운데 밝은 무늬의 폭 x이다.

주의할 조건: 단일 슬릿 회절에서 $L \gg a$ 이므로 소각근사 $\sin\theta \approx \tan\theta \approx y/L$를 쓸 수 있고, $x = 2y$이다.

NoteBase

사용할 공식

첫 번째 최소 조건은 $a\sin\theta = \lambda$이다.
소각근사를 적용하면 $ay/L = \lambda$이므로 $y = L\lambda/a$이다.
가운데 밝은 무늬의 폭은 양쪽 첫 최소점 사이 거리이므로 $x = 2y = 2L\lambda/a$이다.
이 공식을 쓰는 이유는 문제의 상황이 이중 슬릿 간섭이 아니라 단일 슬릿 회절의 중앙최대폭을 구하는 상황이기 때문이다.

계산 과정

1. 첫 최소점까지 거리를 $y = L\lambda/a$로 둔다.
2. 값을 대입하면 $y = 2 \times \frac{5\times10^{-7}}{5\times10^{-4}}m = 2\times10^{-3}m = 2mm$이다.
3. 가운데 밝은 무늬의 전체 폭은 $x = 2y = 4mm$이다.

선지별 해설

① X: 1 mm는 계산 결과와 맞지 않는다. 이 문항의 가운데 밝은 무늬 폭은 1 mm가 아니라 4 mm이다.
② X: 2 mm는 중심에서 한쪽 첫 최소점까지 거리 y에 해당한다. 문제는 전체 폭 x를 묻고 있으므로 2 mm가 아니라 4 mm가 맞다.
③ X: 3 mm는 단일 슬릿 회절 공식에 맞지 않는 값이다. 올바른 계산값은 3 mm가 아니라 4 mm이다.
④ O: $x = 2L\lambda/a = 4mm$이므로 옳다.

오답 포인트

가장 흔한 함정은 $L\lambda/a$를 그대로 중앙최대폭으로 착각하는 점이다. 이 값은 한쪽 첫 최소점까지 거리일 뿐이며, 가운데 밝은 무늬의 폭은 그 2배이다. 또 nm와 mm를 m로 바꾸지 않으면 계산이 쉽게 틀어진다.

다시 나오면 이렇게 판단

단일 슬릿 회절에서 중앙최대폭을 묻는 문항은 먼저 $a\sin\theta = \lambda$로 첫 최소점을 잡고, 소각근사로 $y = L\lambda/a$를 구한 다음, 발문이 반폭인지 전체 폭인지 확인해 마지막에 2배 여부를 결정하면 된다.

암기 포인트

단일 슬릿 중앙최대폭은 $2L\lambda/a$이고, $L\lambda/a$는 반폭이다.

NoteBase

문 13. 고유 진동수가 500 Hz인 소리굽쇠 A와 고유 진동수를 모르는 소리굽쇠 B를 정지한 상태에서 울렸더니 정지한 관찰자에게 초당 5회의 맥놀이가 들렸다. A를 정지한 상태에서 B를 일정한 속력으로 관찰자에게서 떨어지게 하면서 두 소리굽쇠를 울렸더니 정지한 관찰자에게 초당 2회의 맥놀이가 들렸다. B의 고유 진동수[Hz]는?

① 495

② 497

③ 502

④ 505

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 맥놀이 공식과 움직이는 음원의 도플러 효과를 함께 적용해 B의 고유 진동수를 판별하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: A의 고유 진동수는 $500Hz$이다.
정지 상태 맥놀이 수는 초당 5회이므로 $|f_B - 500| = 5$이다.
B가 관찰자에게서 멀어질 때 맥놀이 수는 초당 2회이므로 $|500 - f'_B| = 2$이다.
멀어지는 음원의 관측 진동수는 원래 진동수보다 작아진다.

사용할 공식

맥놀이 수는 $f_b = |f_1 - f_2|$이다.
움직이는 음원이 관찰자에게서 멀어질 때 관측 진동수는 $f' = f\frac{v}{v+u}$가 되어 감소한다.
따라서 먼저 정지 상태에서 f_B의 후보를 구하고, 그다음 멀어질 때 진동수가 감소한다는 방향성을 이용해 후보를 판별한다.

계산 과정

1. 정지 상태에서 $|f_B - 500| = 5$이므로 $f_B = 495Hz$ 또는 $505Hz$이다.
2. B가 관찰자에게서 멀어지면 관찰자가 듣는 B의 진동수는 $f'_B < f_B$가 된다.
3. 만약 $f_B = 495Hz$이면 멀어질 때 f'_B는 $495Hz$보다 더 작아지므로 $500Hz$와의 차는 5보다 더 커진다. 초당 2회의 맥놀이와 모순된다.
4. 따라서 $f_B = 505Hz$이어야 한다. 이 경우 멀어질 때 f'_B가 $502Hz$로 낮아질 수 있고, 그러면 $|500 - 502| = 2$가 되어 조건을 만족한다.

NoteBase

선지 판단

1번 X: 495Hz이면 정지 상태 맥놀이는 맞지만, 멀어질 때 관측 진동수는 495Hz보다 더 작아져 500Hz와의 차가 5보다 커진다. 틀린 표현은 최종 고유 진동수를 495Hz로 본 점이며, 올바르게는 505Hz이어야 한다.
2번 X: 497Hz는 $|500 - 497| = 3$이므로 처음부터 초당 5회의 맥놀이 조건을 만족하지 않는다. 틀린 표현은 정지 상태의 주파수 차를 3으로 만드는 값이라는 점이며, 올바르게는 주파수 차가 5가 되는 495Hz 또는 505Hz가 후보이다.
3번 X: 502Hz는 정지 상태에서 $|500 - 502| = 2$이므로 처음 조건과 맞지 않는다. 틀린 표현은 정지 상태 후보와 이동 후 관측값을 혼동한 점이며, 올바르게는 502Hz는 이동 후 관찰자가 들을 수 있는 값일 뿐 B의 고유 진동수는 아니다.
4번 O: 505Hz이면 정지 상태에서 $|505 - 500| = 5$로 초당 5회의 맥놀이가 생긴다. 또 B가 멀어지면 관측 진동수가 감소하므로 502Hz처럼 내려가 초당 2회의 맥놀이를 만들 수 있다.

오답 포인트

정지 상태에서 나온 두 후보 495Hz, 505Hz를 끝까지 남겨 두지 않고 하나만 성급히 고르면 틀리기 쉽다. 이 문제의 함정은 멀어지는 음원에서는 관측 진동수가 반드시 낮아진다는 방향 조건을 놓치는 데 있다.

다시 나오면 이렇게 판단

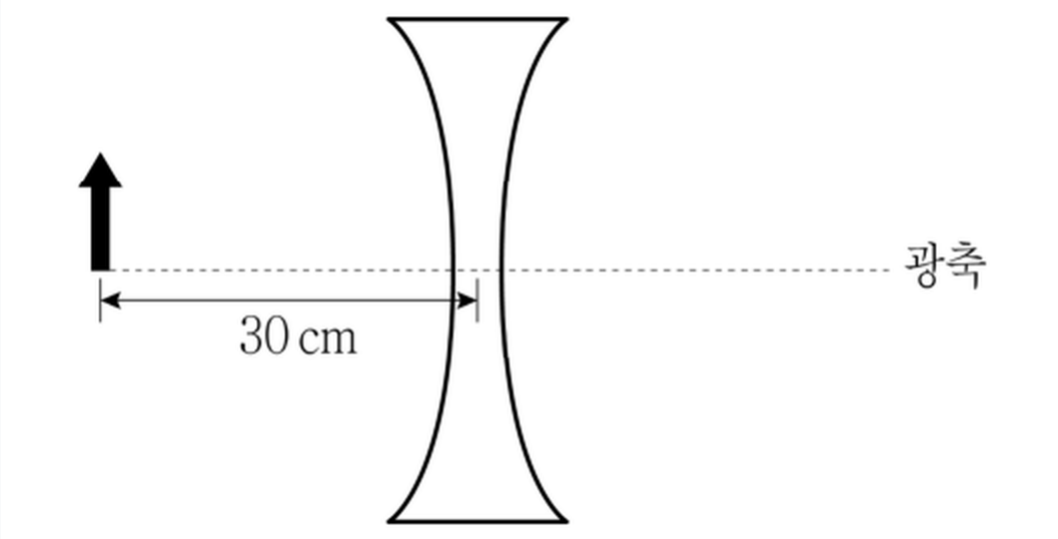
맥놀이 문제는 먼저 $|f_1 - f_2|$로 원래 주파수 후보를 구하고, 이어서 도플러 효과가 주파수를 올리는지 내리는지 방향을 확인해 후보를 제거하면 된다.

암기 포인트

맥놀이는 주파수 차이고, 멀어지는 음원은 관측 진동수가 내려간다.

NoteBase

문 14. 물체를 얇은 오목렌즈로부터 30 cm 떨어진 광축 상에 두었더니 상의 배율이 +0.25였다. 이 오목렌즈의 초점거리[cm]는?



① -10

② -5

③ +7

④ +15

정답 1번

출제 포인트

이 문제는 오목렌즈의 배율식과 얇은렌즈 공식을 함께 써서 초점거리 f를 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값은 물체거리 $u = 30cm$, 배율 $m = +0.25$이다.
구해야 할 값은 오목렌즈의 초점거리 f이다.
배율이 양수이므로 상은 정립 허상이고 상거리는 음수로 둔다.

사용할 공식

배율식은 $m = -\frac{v}{u}$이고, 얇은렌즈 공식은 $\frac{1}{f} = \frac{1}{u} + \frac{1}{v}$이다.
이 문제는 물체거리와 배율이 주어졌으므로 먼저 배율식으로 상거리 v를 구한 뒤 렌즈 공식에 대입하는 순서가 맞다.

NoteBase

계산 과정

배율식 $m = -\frac{v}{u}$에 $m = +0.25$, $u = 30cm$를 대입하면 $0.25 = -\frac{v}{30}$이다.
따라서 $v = -7.5cm$이다.
이를 렌즈 공식에 넣으면 $\frac{1}{f} = \frac{1}{30} + \frac{1}{-7.5} = \frac{1}{30} - \frac{4}{30} = -\frac{3}{30} = -\frac{1}{10}$이다.
따라서 $f = -10cm$이다.

선지별 해설

1번 O: 계산 결과 초점거리는 $f = -10cm$이므로 맞다. 오목렌즈는 발산렌즈이므로 초점거리가 음수로 나오는 점도 일치한다.
2번 X: $-5cm$는 배율에서 상거리 크기를 잘못 잡거나 렌즈 공식 계산을 틀렸을 때 나오는 값이다. 올바르게는 $v = -7.5cm$이고 초점거리는 $-10cm$이다.
3번 X: $+7cm$는 초점거리 부호를 거꾸로 이해한 값이다. 오목렌즈의 초점거리는 양수가 아니라 음수이며, 이 문제의 정확한 값은 $-10cm$이다.
4번 X: $+15cm$는 상거리를 허상인데도 양수로 두는 부호 실수에서 나오기 쉽다. 배율이 $+0.25$이면 상은 정립 허상이므로 $v = -7.5cm$로 두어야 하고, 따라서 초점거리는 $-10cm$이다.

오답 포인트

배율이 양수라는 사실을 보고 상거리도 양수라고 착각하면 틀린다. 렌즈에서 배율 m의 양수는 정립 허상을 뜻하고, 오목렌즈의 허상은 같은 쪽에 생기므로 $v < 0$로 처리해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

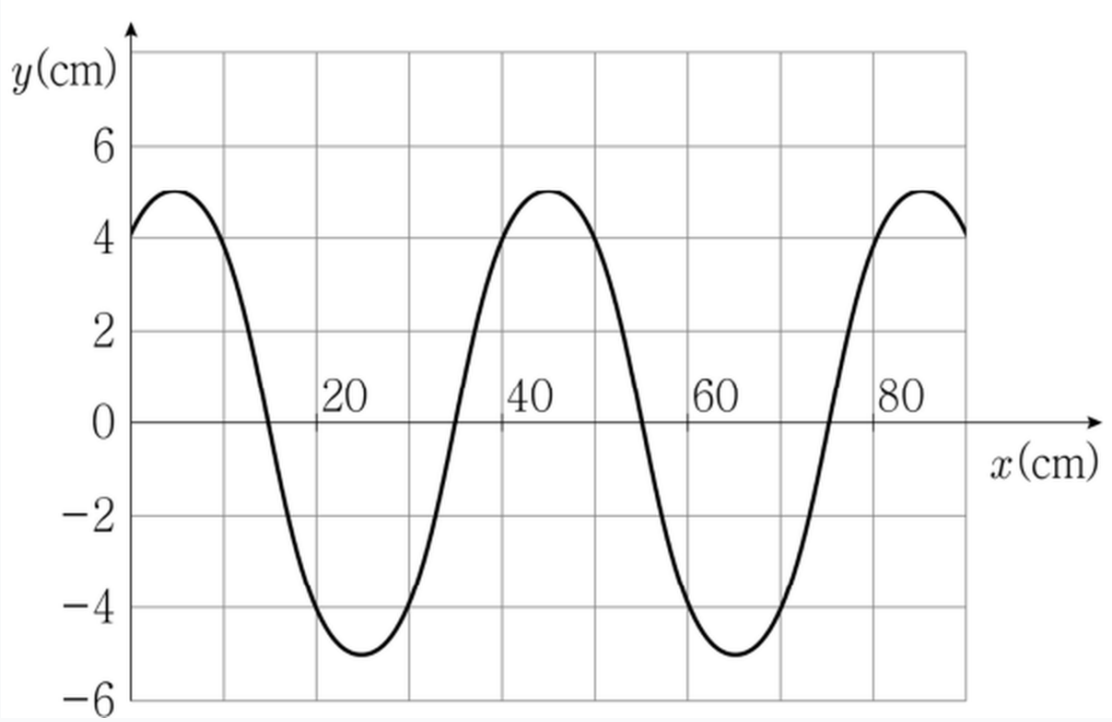
렌즈 계산 문제는 먼저 상의 성질을 보고 부호를 정한 뒤, 배율식으로 v를 구하고, 마지막에 $\frac{1}{f} = \frac{1}{u} + \frac{1}{v}$를 적용하는 순서로 판단한다.

암기 포인트

오목렌즈는 정립 허상을 만들고 초점거리는 음수라는 점을 함께 기억하면 부호 실수를 줄일 수 있다.

NoteBase

문 15. 그림은 가느다란 줄을 따라 진행하는 파동의 한 순간의 모습을 나타낸 것이다. 파동은 50m/s의 속력으로 $+x$ 방향으로 진행한다. 이 파동의 진동수[Hz]는?



① 12.5

② 40

③ 62.5

④ 125

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 진행파의 속력 관계식 $v = f\lambda$를 이용해 그래프에서 읽은 파장으로 진동수를 구할 수 있는지를 묻는다.

조건 정리

주어진 값: 파동의 속력은 $50m/s$이다.
구해야 할 값: 진동수 f이다.
주의할 조건: 그래프는 한 순간의 변위-위치 그래프이므로 x축에서 같은 위상의 두 점 사이 거리를 파장 λ로 읽어야 하고, cm를 m로 바꿔야 한다.

NoteBase

사용할 공식

공식은 $v = f\lambda$, 따라서 $f = \frac{v}{\lambda}$이다.
이 공식을 쓰는 이유: 문제에서 파동의 진행 속력이 주어졌고, 그래프에서 같은 위상의 점 사이 거리로 파장을 읽을 수 있으므로 속력과 파장의 관계식으로 진동수를 바로 구할 수 있다.

계산 과정

그래프의 마루는 대략 $x = 5cm,\ 45cm,\ 85cm$에서 나타난다.
따라서 인접한 마루 사이 거리는 $40cm$이므로 파장은 $\lambda = 40cm = 0.40m$이다.
이 값을 대입하면 $f = \frac{v}{\lambda} = \frac{50}{0.40} = 125$
이므로 진동수는 $125Hz$이다.

선지 판단

1번 X: $12.5Hz$는 $40cm$를 $4.0m$로 잘못 바꾸어 $f = 50/4.0$으로 계산할 때 나오는 값이다. 틀린 표현은 파장 단위 환산이다. 올바르게는 $40cm = 0.40m$이다.
2번 X: 40은 그래프에서 읽은 파장 $40cm$를 진동수처럼 취급한 값이다. 틀린 표현은 파장과 진동수의 물리량 구분이다. 올바르게는 파장을 먼저 구한 뒤 $f = v/\lambda$로 진동수를 계산해야 한다.
3번 X: $62.5Hz$는 $80cm$를 한 파장으로 오인해 $\lambda = 0.80m$로 두고 $f = 50/0.80$으로 계산할 때 나오는 값이다. 틀린 표현은 두 마루 간 두 칸을 한 주기로 보는 판단이다. 올바르게는 인접한 마루 사이인 $40cm$가 한 파장이다.
4번 O: 인접한 마루 사이 거리가 $40cm = 0.40m$이므로 $f = 50/0.40 = 125Hz$이다. 속력, 파장, 진동수의 관계를 정확히 적용한 값이다.

오답 포인트

가장 흔한 함정은 x축 눈금에서 읽은 $40cm$를 그대로 쓰거나, 인접한 마루가 아니라 떨어진 두 마루 사이 거리 $80cm$를 한 파장으로 착각하는 점이다. 길이 단위를 m로 바꾸지 않으면 값이 바로 틀어진다.

다시 나오면 이렇게 판단

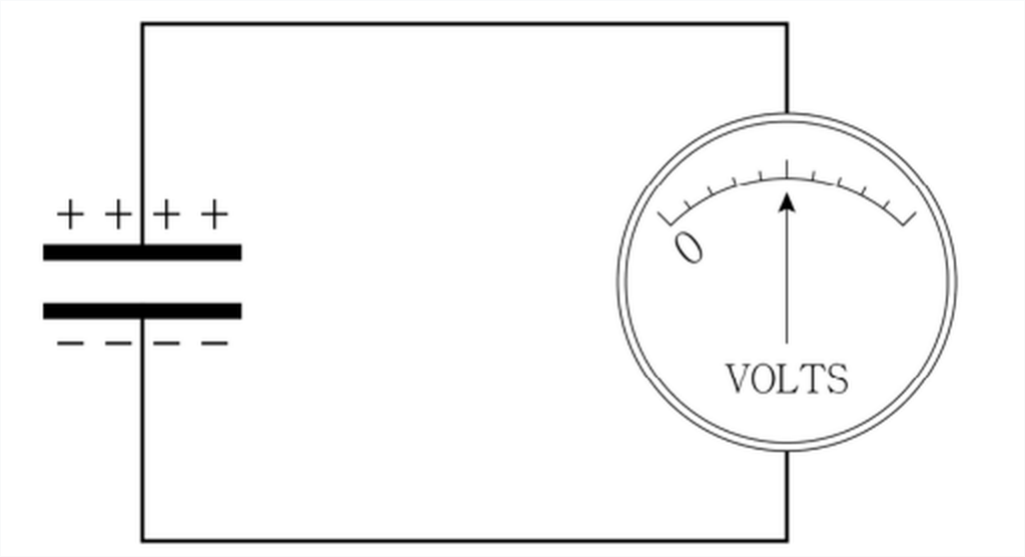
진행파 그래프 문제는 같은 위상의 두 점을 찾아 파장을 읽고, 단위를 m로 통일한 뒤, 마지막에 $v = f\lambda$를 적용하는 순서로 판단한다.

암기 포인트

진동수는 $f = v/\lambda$이고, 변위-위치 그래프에서 인접한 마루 사이 거리가 한 파장이다.

NoteBase

문 16. 동일한 금속판 2개로 만든 평행판 축전기에서 극판의 전하량이 Q일 때, 전위차계의 바늘이 그림과 같다. 전하량이 Q로 유지될 때, 전위차계의 바늘을 오른쪽으로 움직이게 하는 조작만을 모두 고르면?



ㄱ. 두 극판의 면적을 넓힌다.

ㄴ. 두 극판 사이의 간격을 넓힌다.

ㄷ. 유전상수가 공기의 유전상수보다 큰 유전체를 두 극판 사이에 삽입한다.

① ㄱ

② ㄴ

③ ㄱ, ㄷ

④ ㄴ, ㄷ

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 평행판 축전기에서 전하량 Q를 일정하게 유지할 때 전압 $V = Q/C$, 정전용량 $C = \varepsilon A/d$의 변화를 연결할 수 있는지를 묻는다.

NoteBase

선지별 해설

1번 X: ㄱ만 고른 선택지이다. ㄱ은 두 극판의 면적 A를 넓혀 정전용량 C를 키우므로, 전하량 Q가 일정하면 전압 V는 오히려 감소한다. 틀린 표현은 'ㄱ이 바늘을 오른쪽으로 움직이게 한다'이고, 올바르게는 'ㄱ은 바늘을 왼쪽으로 움직이게 한다'이다.
2번 O: ㄴ만 고른 선택지이다. ㄴ은 두 극판 사이 거리 d를 넓혀 정전용량 C를 줄이므로, 전하량 Q가 일정하면 전압 V가 증가하여 바늘이 오른쪽으로 간다.
3번 X: ㄱ, ㄷ을 고른 선택지이다. ㄱ과 ㄷ은 모두 정전용량을 증가시키는 조작이므로 전압을 낮춘다. 틀린 표현은 'ㄱ, ㄷ이 바늘을 오른쪽으로 움직이게 한다'이고, 올바르게는 'ㄱ, ㄷ은 바늘을 왼쪽으로 움직이게 한다'이다.
4번 X: ㄴ, ㄷ을 고른 선택지이다. ㄴ은 맞지만 ㄷ이 틀려 전체 선택지가 틀린다. ㄷ은 유전상수가 더 큰 유전체를 넣어 ε를 키우므로 정전용량이 증가하고 전압은 감소한다. 틀린 표현은 'ㄷ이 바늘을 오른쪽으로 움직이게 한다'이고, 올바르게는 'ㄷ은 바늘을 왼쪽으로 움직이게 한다'이다.

오답 포인트

가장 흔한 함정은 '유전체를 넣으면 전기장이 커진다' 또는 '면적이 커지면 전압도 커진다'처럼 정전용량 증가와 전압 증가를 같은 방향으로 착각하는 점이다. 이 문항은 전하량 Q가 고정되어 있으므로, 정전용량이 커지는 ㄱ과 ㄷ은 모두 전압을 낮춘다.

다시 나오면 이렇게 판단

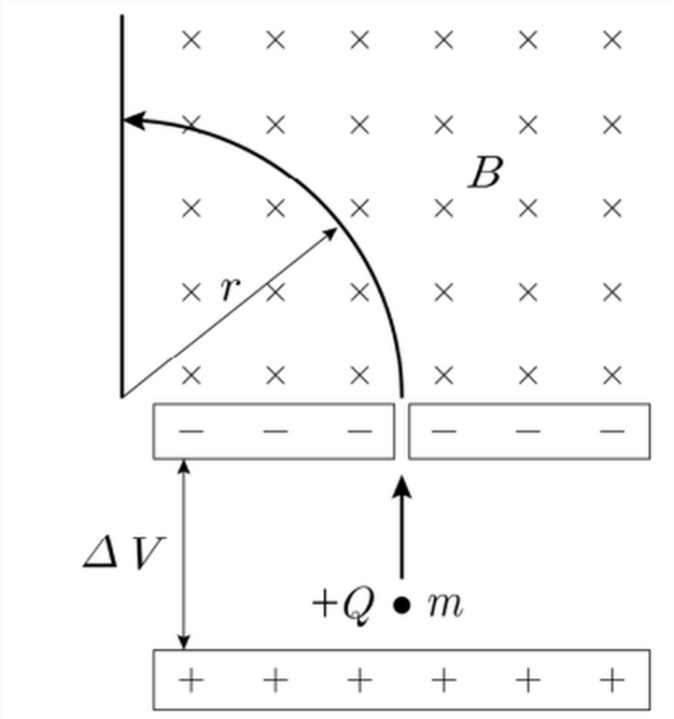
먼저 고정된 물리량이 전하량 Q인지 전압 V인지부터 확인한다. 그다음 $C = \varepsilon A/d$에서 각 조작이 정전용량을 키우는지 줄이는지 판단하고, 정전하 조건이면 $V = Q/C$로 전압 변화 방향을 반대로 읽으면 된다.

암기 포인트

정전하 조건에서는 $C\uparrow \Rightarrow V\downarrow$, $C\downarrow \Rightarrow V\uparrow$이다. 평행판 축전기는 $A\uparrow$, $\varepsilon\uparrow$이면 $C\uparrow$, $d\uparrow$이면 $C\downarrow$이다.

NoteBase

문 17. 그림은 질량이 m이고 전하량이 $+Q$인 정지한 입자가 전극판 사이에서 전위차 ΔV로 최대한 가속된 후, 자기장 B에 수직으로 입사하여 반지름이 r인 원을 그리며 형광판에 도달하는 것을 나타낸 것이다. 이에 대한 설명으로 옳은 것만을 모두 고르면? (단, B는 지면에 수직으로 들어간다)



ㄱ. ΔV를 2배로 하면, r는 2배가 된다.

ㄴ. B의 크기가 2배가 되면, r는 $\frac{1}{2}$배가 된다.

ㄷ. B의 방향을 반대로 바꾸면, 입자의 경로는 오른쪽으로 휘어진다.

① ㄴ

② ㄱ, ㄷ

③ ㄴ, ㄷ

④ ㄱ, ㄴ, ㄷ

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 qΔ V=12 mv^2와 $r = \frac{mv}{qB}$를 결합해 반지름의 ΔV, B 의존성과 자기장 방향에 따른 휘어짐 방향을 판단하는 문제이다.

NoteBase

조건 정리

입자는 정지 상태에서 전위차 ΔV를 지나며 가속된다.
자기장 B에는 속도와 수직으로 입사하므로 로런츠 힘이 구심력 역할을 한다.
따라서 전기장에서 얻은 속력과 자기장에서의 원운동 반지름을 연결해 판단한다.

사용할 공식

가속 구간에서는 qΔ V=12 mv^2이다.
자기장 구간에서는 $qvB = \frac{mv^2}{r}$이므로 $r = \frac{mv}{qB}$이다.
이 공식을 쓰는 이유는 입자가 전기장에서 운동에너지를 얻은 뒤 자기장 안에서 등속 원운동을 하기 때문이다.

계산 과정

1. 전위차로 가속된 뒤의 속력은 $v = \sqrt{\frac{2q\Delta V}{m}}$이다.
2. 이를 반지름 식에 대입하면 $r = \frac{m}{qB}\sqrt{\frac{2q\Delta V}{m}} = \frac{1}{B}\sqrt{\frac{2m\Delta V}{q}}$이다.
3. 따라서 $r \propto \sqrt{\Delta V}$, $r \propto \frac{1}{B}$이다.
4. $+Q$가 위로 운동하고 B가 지면 안쪽이면 힘은 왼쪽이고, B를 반대로 하면 힘도 오른쪽으로 바뀐다.

선지 판단

① X: ①은 ㄴ만 옳다고 했지만 ㄷ도 옳다. $r \propto \frac{1}{B}$이므로 B를 2배로 하면 r는 12배가 된다. 또 자기장 방향을 반대로 하면 로런츠 힘 방향도 반대로 바뀌어 경로는 오른쪽으로 휜다. 올바르게는 'ㄴ, ㄷ이 옳다'이다.
② X: ②는 ㄱ, ㄷ이 옳다고 했지만 ㄱ이 틀리다. $r \propto \sqrt{\Delta V}$이므로 ΔV를 2배로 해도 r는 2배가 아니라 $\sqrt{2}$배가 된다. 올바르게는 'ㄴ, ㄷ이 옳다'이다.
③ O: ③은 ㄴ, ㄷ을 고른 선택지로 옳다. $r = \frac{1}{B}\sqrt{\frac{2m\Delta V}{q}}$이므로 B를 2배로 하면 r는 12배가 되고, 자기장 방향을 반대로 하면 힘 방향이 오른쪽으로 바뀌어 입자 경로도 오른쪽으로 휜다.
④ X: ④는 ㄱ, ㄴ, ㄷ 모두 옳다고 했지만 ㄱ이 틀리다. ΔV와 반지름은 정비례가 아니라 제곱근 비례 관계이다. 올바르게는 'ㄴ, ㄷ만 옳다'이다.

오답 포인트

전위차를 2배로 하면 속력도 2배라고 착각해 ㄱ을 맞다고 보기 쉽다. 실제로는 qΔ V=12 mv^2이므로 속력은 $\sqrt{\Delta V}$에 비례하고, 반지름도 함께 $\sqrt{\Delta V}$에 비례한다. 또한 자기장 방향을 뒤집으면 힘의 크기만이 아니라 휘어지는 방향도 함께 반전된다는 점을 놓치기 쉽다.

다시 나오면 이렇게 판단

가속 후 자기장 원운동 문제는 먼저 qΔ V=12 mv^2로 속력의 의존성을 정리하고, 다음에 $r = \frac{mv}{qB}$에 대입해 비례식을 본다. 방향 판단은 $\vec{F} = q\vec{v} \times \vec{B}$로 따로 확인하면 된다.

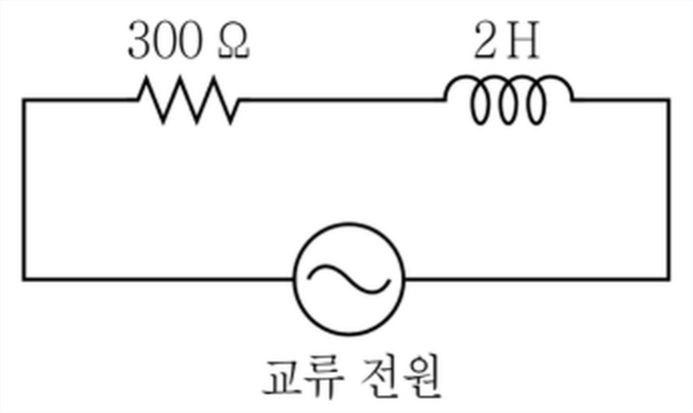
NoteBase

암기 포인트

전위차로 가속한 양전하의 원운동 반지름은 $r = \frac{1}{B}\sqrt{\frac{2m\Delta V}{q}}$ 이다. 따라서 ΔV는 제곱근 비례, B는 역비례로 기억한다.

NoteBase

문 18. 그림과 같이 저항값이 300Ω인 저항과 인덕턴스가 $2H$인 코일이 각진동수가 $200rad/s$이고 전압의 최댓값이 $100V$인 교류 전원에 연결되어 있다. 저항에서 소비되는 전력 $[W]$의 최댓값은?



① 3

② 6

③ 12

④ 24

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 직렬 RL 회로에서 임피던스로 전류의 최대값을 구한 뒤, 저항의 순간전력 최대값 $p_{\max} = I_0^2 R$를 계산하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값은 저항 $R = 300\Omega$, 인덕턴스 $L = 2H$, 각진동수 $\omega = 200rad/s$, 전압의 최대값 $V_0 = 100V$이다.
유도 리액턴스는 $X_L = \omega L = 200 \times 2 = 400\Omega$이다.
구해야 할 값은 저항에서 소비되는 전력의 최대값이다.

사용할 공식

직렬 RL 회로의 임피던스는 $Z = \sqrt{R^2 + X_L^2}$이다.
전류의 최대값은 $I_0 = \frac{V_0}{Z}$이다.
저항의 순간전력은 $p = i^2 R$이므로 최대값은 $p_{\max} = I_0^2 R$이다.
이 공식을 쓰는 이유는 인덕터가 전력을 평균적으로 소비하지 않고, 실제 전력 소모는 저항에서만 발생하기 때문이다.

NoteBase

계산 과정

1. 임피던스는 $Z = \sqrt{300^2 + 400^2} = 500\Omega$이다.
2. 전류의 최대값은 $I_0 = \frac{100}{500} = 0.2A$이다.
3. 저항의 순간전력 최대값은 $p_{\max} = I_0^2 R = (0.2)^2 \times 300 = 12W$이다.

선지 판단

1번 X: 3\,W는 계산 결과와 다르다. 전류의 최대값을 한 번 더 $\sqrt{2}$로 나누어 평균전력보다도 작게 계산한 값에 가깝다. 틀린 표현은 전력 최대값을 3\,W로 본 점이고, 올바르게는 12\,W이다.
2번 X: 6\,W는 저항의 평균전력 $P = I_{\text{rms}}^2 R$를 구하면 나오는 값이다. 이 문제는 소비 전력의 최대값을 물으므로 틀리다. 틀린 표현은 최대값을 평균값으로 본 점이고, 올바르게는 평균전력은 6\,W, 최대값은 12\,W이다.
3번 O: 계산한 저항의 순간전력 최대값이 12\,W이므로 옳다.
4번 X: 24\,W는 전류 최대값과 전압 최대값을 그대로 곱한 뒤 위상차와 저항 분배를 무시할 때 나올 수 있는 값이다. 틀린 표현은 저항 전력을 전체 전압과 전류의 곱으로 본 점이고, 올바르게는 저항 전력 최대값은 $I_0^2 R = 12W$이다.

오답 포인트

발문이 묻는 값이 평균전력인지 순간전력의 최대값인지 구분하지 않으면 6\,W를 고르기 쉽다. 또한 직렬 RL 회로에서 전체 전압과 전류를 바로 곱하면 인덕터의 영향과 위상차를 놓치게 된다.

다시 나오면 이렇게 판단

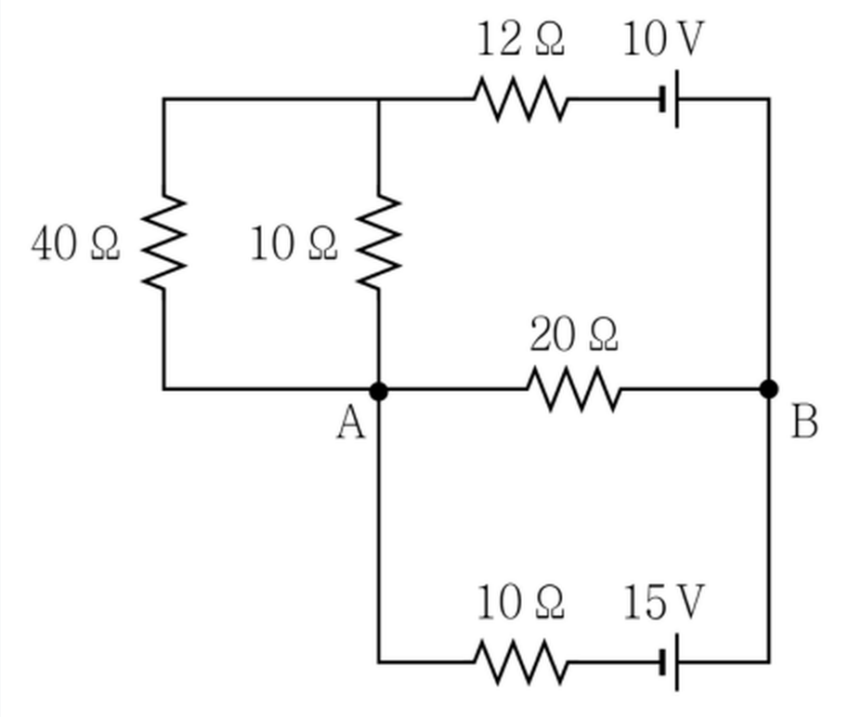
교류 전력 문제는 먼저 최대값과 실효값을 구분하고, 다음에 임피던스로 전류를 구한 뒤, 실제 전력은 저항에서만 $i^2 R$로 계산하는 순서로 판단한다.

암기 포인트

직렬 RL 회로에서는 $Z = \sqrt{R^2 + (\omega L)^2}$, 저항의 순간전력 최대값은 $I_0^2 R$, 평균전력은 $I_{\text{rms}}^2 R$이다.

NoteBase

문 19. 그림과 같은 회로에서 점 A와 점 B 사이의 전위차 [V]는? (단, 전지의 내부 저항은 무시한다)



① 5

② 6

③ 10

④ 12

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 병렬 저항을 먼저 합성한 뒤 키르히호프 전류법칙으로 점 A와 점 B 사이의 전위차를 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 왼쪽 가지의 40Ω와 10Ω, 위쪽 가지의 12Ω와 10V 전지, 가운데 가지의 20Ω, 아래쪽 가지의 10Ω와 15V 전지이다.
구해야 할 값: 점 A와 점 B 사이의 전위차이다.
주의할 조건: 전지의 내부 저항은 무시하고, 왼쪽의 40Ω와 10Ω는 같은 두 절점을 잇는 병렬 저항으로 본다.

NoteBase

사용할 공식

왼쪽 병렬 저항의 등가저항은 $R = \frac{40 \times 10}{40 + 10} = 8\Omega$이다.
절점 전위를 두고 키르히호프 전류법칙을 적용하면 된다.
$\sum I = 0$
이 공식을 쓰는 이유:
이 회로는 세 갈래가 점 A와 점 B를 연결하고, 각 가지에 저항과 전지가 함께 있어 단순 직렬·병렬 계산만으로는 전위차를 바로 읽기 어렵다. 한 절점을 기준 전위로 두고 각 가지 전류의 합을 0으로 두면 $V_A - V_B$를 직접 구할 수 있다.

계산 과정

1. 점 B를 $0V$, 위쪽 공통 절점을 V_T로 둔다.
2. 점 T와 점 A 사이의 왼쪽 두 저항은 병렬이므로 등가저항은 8Ω이다.
3. 점 T에서의 전류법칙은 $\frac{V_T - V_A}{8} + \frac{V_T + 10}{12} = 0$이다.
4. 점 A에서의 전류법칙은 $\frac{V_A - V_T}{8} + \frac{V_A}{20} + \frac{V_A + 15}{10} = 0$이다.
5. 두 식을 풀면 $V_A = -10V$, $V_T = -10V$가 된다. 따라서 $V_A - V_B = -10V$이므로 두 점 사이 전위차의 크기는 $10V$이다.

선지별 해설

① X: 전위차가 $5V$라는 판단은 세 가지 전류가 동시에 분배되는 회로를 단순 평균처럼 처리한 값이다.
올바르게는 $V_A - V_B = -10V$이므로 전위차의 크기는 $10V$이다.
② X: 전위차가 $6V$라는 판단은 위쪽 가지의 12Ω만 따로 보고 절점 방정식을 끝까지 세우지 않은 경우에 나오는 값이다. 올바르게는 아래쪽 $15V$ 전지와 가운데 20Ω 가지까지 함께 반영해야 하므로 전위차는 $10V$이다.
③ O: 절점 방정식을 풀면 $V_A - V_B = -10V$가 되고, 두 점 사이 전위차의 크기는 $10V$이다. 따라서 ③이 옳다.
④ X: 전위차가 $12V$라는 판단은 위쪽 가지의 12Ω 저항값과 실제 전위차를 혼동한 값이다. 올바르게는 저항값과 전위차는 다른 물리량이며, 계산 결과 전위차의 크기는 $10V$이다.

오답 포인트

이 문항의 함정은 두 가지이다. 첫째, 왼쪽의 40Ω와 10Ω를 직렬이 아니라 병렬로 합성해야 한다는 점이다. 둘째, $V_A - V_B = -10V$라는 부호와 전위차의 크기 $10V$를 구분해야 한다는 점이다. 부호를 놓치면 전위가 누가 더 높은지 틀리고, 크기만 묻는 문제인데 음수 값을 그대로 답으로 적는 실수가 생긴다.

다시 나오면 이렇게 판단

배터리가 포함된 두 절점 회로는 먼저 같은 두 절점을 잇는 저항을 합성한 뒤, 한 절점을 $0V$로 두고 각 가지 전류를 식으로 써서 키르히호프 전류법칙을 적용하면 된다. 마지막에는 $V_A - V_B$의 부호와 전위차의 크기를 따로 확인하면 된다.

NoteBase

암기 포인트

병렬 합성 후 KCL, 마지막에는 전위차의 부호와 크기를 분리해 확인하는 방식이 회로 전위차 계산의 기본이다.

NoteBase

문 20. 수소 원자의 상태를 기술하는 파동함수는 전자의 양자 상태를 나타내기 위해 주양자수 n, 궤도양자수 l, 궤도 자기양자수 m_l을 필요로 한다. 이에 대한 설명으로 옳은 것만을 모두 고르면?

ㄱ. 주양자수의 허용된 값은 $n = 0, 1, 2, 3, \cdots$이다.
ㄴ. 주양자수 $n = 3$일 때, 궤도양자수는 3개의 허용된 값이 있다.
ㄷ. 궤도양자수 $l = 3$일 때, 궤도 자기양자수는 7개의 허용된 값이 있다.

① ㄷ
② ㄱ, ㄴ
③ ㄱ, ㄷ
④ ㄴ, ㄷ

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 주양자수 n, 궤도양자수 l, 궤도 자기양자수 m_l의 허용 범위와 개수 관계를 묻는 문제이다.

핵심 개념

주양자수 n은 전자의 에너지 준위와 궤도 크기를 나타내며 허용값은 1, 2, 3, ...이다.
궤도양자수 l은 오비탈의 각운동량과 모양을 나타내며, 주어진 n에 대해 0부터 $n - 1$까지 가능하다.
궤도 자기양자수 m_l은 오비탈의 공간 방향을 나타내며, 주어진 l에 대해 $-l$부터 $+l$까지의 정수이므로 개수는 $2l + 1$개이다.

NoteBase

선지별 해설

① X

ㄷ은 옳지만 ㄴ도 옳다. $n=3$이면 $l=0,1,2$로 3개가 가능하고, $l=3$이면 $m_l=-3,\ -2,\ -1,0,1,2,3$으로 7개가 가능하다. 틀린 표현은 'ㄷ'만을 고른 부분이며, 올바르게는 'ㄴ, ㄷ'이다.

② X

ㄱ이 틀리므로 이 선택지는 성립하지 않는다. 주양자수의 허용값은 $n=1,2,3,\ \ldots$이고 0은 허용되지 않는다. 틀린 표현은 'ㄱ, ㄴ'이며, 올바르게는 'ㄴ, ㄷ'이다.

③ X

ㄱ이 틀렸기 때문에 ㄱ과 ㄷ을 함께 고른 이 선택지도 틀리다. ㄱ의 '주양자수의 허용된 값은 $n=0,1,2,3,\ \ldots$'가 잘못되었고, 올바르게는 '$n=1,2,3,\ \ldots$'이다. 따라서 올바른 조합은 'ㄴ, ㄷ'이다.

④ O

ㄴ은 옳다. $n=3$일 때 l의 허용값은 0, 1, 2이므로 3개이다. ㄷ도 옳다. $l=3$일 때 m_l의 허용값은 -3부터 $+3$까지이므로 모두 7개이다.

오답 포인트

주양자수도 0부터 시작한다고 착각하거나, m_l의 개수를 끝값 3만 보고 3개로 오해하면 오답이 된다. 이 문항은 '시작값이 무엇인지'와 '허용값의 개수를 어떻게 세는지'를 동시에 흔드는 문제이다.

다시 나오면 이렇게 판단

세 양자수의 허용 범위를 순서대로 적으면 바로 판단된다. $n=1,2,3,\ \ldots$, $l=0,1,\ \ldots,n-1$, $m_l=-l,\ \ldots,0,\ \ldots,\ +l$이다. 주어진 n에서 l의 개수는 n개이고, 주어진 l에서 m_l의 개수는 $2l+1$개이다.

암기 포인트

주양자수 n은 1부터, 궤도양자수 l은 0부터, 궤도 자기양자수 m_l의 개수는 $2l+1$개이다.

NoteBase

문 21. 자유 전자의 드브로이 파장이 $10pm$에서 $5pm$로 변하기 위해서, 전자에 추가되어야 하는 운동에너지 $[keV]$는? (단, 전자의 질량 $m_e = 9 \times 10^{-31}kg$, 플랑크 상수 $h = 6 \times 10^{-34}J \cdot s$, $1eV = 1.5 \times 10^{-19}J$ 이라고 가정하고, $1pm = 10^{-12}m$이다)

① 4

② 40

③ 400

④ 4,000

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 드브로이 관계식과 $K = \frac{p^2}{2m}$를 결합해 파장이 절반이 될 때 운동에너지가 네 배가 된다는 점을 이용하여 추가 운동에너지를 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 초기 파장은 $10pm$, 최종 파장은 $5pm$, 전자 질량은 $m_e = 9 \times 10^{-31}kg$, 플랑크 상수는 $h = 6 \times 10^{-34}J \cdot s$, $1eV = 1.5 \times 10^{-19}J$이다.
구해야 할 값: 파장을 $10pm$에서 $5pm$로 줄이기 위해 전자에 추가되어야 하는 운동에너지이다.
주의할 조건: 자유 전자이므로 $\lambda = \frac{h}{p}$, $K = \frac{p^2}{2m}$를 사용할 수 있고, 물은 값은 최종 운동에너지 자체가 아니라 증가분 $K_2 - K_1$이다.

사용할 공식

드브로이 파장과 운동에너지의 관계는
$K = \frac{p^2}{2m} = \frac{h^2}{2m\lambda^2}$
이다.
이 공식을 쓰는 이유: 문제에서 파장이 직접 주어졌고 자유 전자의 운동량은 $p = \frac{h}{\lambda}$로 표현되므로, 파장을 알면 운동에너지를 바로 계산할 수 있기 때문이다.

NoteBase

계산 과정

1. 초기 운동에너지는
$K_1 = \frac{h^2}{2m\lambda_1^2} = \frac{(6\times10^{-34})^2}{2\cdot9\times10^{-31}\cdot(10^{-11})^2} = 2\times10^{-15}J$
이다.
2. 최종 운동에너지는
$K_2 = \frac{h^2}{2m\lambda_2^2} = \frac{(6\times10^{-34})^2}{2\cdot9\times10^{-31}\cdot(5\times10^{-12})^2} = 8\times10^{-15}J$
이다.
3. 따라서 추가 운동에너지는
$\Delta K = K_2 - K_1 = 6\times10^{-15}J$
이고, 이를 전자볼트로 바꾸면
$\Delta K = \frac{6\times10^{-15}}{1.5\times10^{-19}} = 4\times10^4 eV = 40keV$
이다.

선지 판단

1번 X: 계산 결과는 $40keV$이므로 $4keV$는 맞지 않는다. 전자볼트 환산에서 지수를 하나 작게 잡으면 나오는 오답이며, 올바른 수치는 $40keV$이다.
2번 O: 추가 운동에너지가 정확히 $40keV$이므로 옳다.
3번 X: $400keV$는 계산 결과의 10배로 너무 크다. $pm \to m$ 변환이나 eV 환산에서 지수를 하나 크게 잡으면 나오는 오답이며, 올바른 수치는 $40keV$이다.
4번 X: $4{,}000keV$는 계산 결과의 100배이다. 파장이 절반이면 운동에너지는 네 배가 된다는 관계를 놓치고 지수를 과도하게 키운 값이며, 올바른 수치는 $40keV$이다.

오답 포인트

드브로이 파장 λ는 운동량 p에 반비례하고 운동에너지 K는 p^2에 비례하므로, λ가 절반이 되면 K는 네 배가 된다. 이때 최종 운동에너지 K_2만 구하고 끝내거나, 증가분 $K_2 - K_1$ 대신 전체 값을 답으로 적으면 틀리게 된다. $pm \to m$, $J \to eV \to keV$ 지수 처리도 핵심 함정이다.

다시 나오면 이렇게 판단

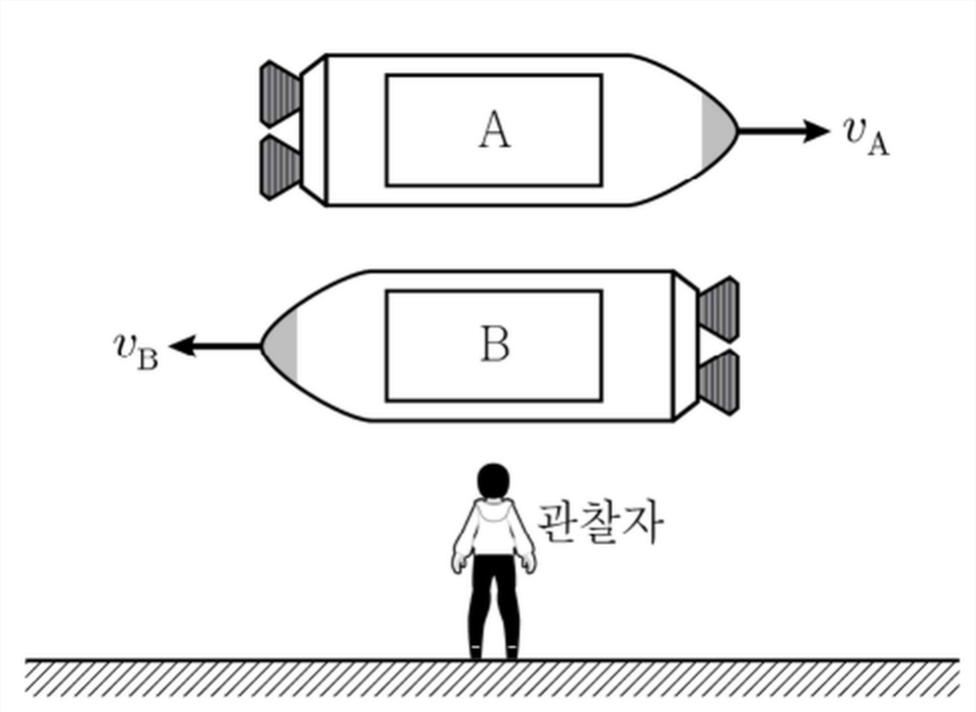
파장이 주어진 자유 전자 계산형은 먼저 $\lambda = \frac{h}{p}$와 $K = \frac{p^2}{2m}$를 묶어 $K \propto \frac{1}{\lambda^2}$를 만든 다음, 초기값과 최종값을 각각 계산하여 마지막에 증가분만 구하면 된다.

암기 포인트

자유 전자에서는 $K = \frac{h^2}{2m\lambda^2}$이므로 파장이 짧아질수록 운동에너지는 커진다. 특히 파장을 절반으로 줄이면 운동에너지는 네 배가 된다.

NoteBase

문 22. 정지해 있는 관찰자에 대해 우주선 A, B가 각각 v_A, v_B의 일정한 속력으로 서로 반대 방향으로 나란하게 직선 운동하고 있다. 관찰자가 측정한 우주선 A, B의 길이는 L로 같으며, A, B의 고유 길이는 L_A, L_B이다. $v_A < v_B$이면, L, L_A, L_B를 짧은 것부터 순서대로 바르게 나열한 것은?



① L, L_A, L_B

② L, L_B, L_A

③ L_A, L_B, L

④ L_B, L_A, L

정답 1번

출제 포인트

이 문제는 특수상대성이론의 길이 수축 공식을 이용해 관측 길이와 고유 길이의 대소관계를 비교하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 정지한 관찰자가 측정한 A, B의 길이는 모두 L이다.
구해야 할 값: L, L_A, L_B의 크기 순서이다.
주의할 조건: L_A와 L_B는 각각 A, B의 고유 길이이고, v_A < v_B이므로 B가 더 빠르게 운동한다.

NoteBase

사용할 공식

길이 수축은 $L = L_0\sqrt{1 - v^2/c^2}$이다.
이 공식을 쓰는 이유: 정지한 관찰자가 본 운동 물체의 길이 L는 그 물체의 고유 길이 L_0보다 짧아지고, 속력이 클수록 수축이 더 커지기 때문이다.

계산 과정

1. A에 대해 $L = L_A\sqrt{1 - v_A^2/c^2}$이므로 $L_A = \frac{L}{\sqrt{1 - v_A^2/c^2}}$이다.
2. B에 대해 $L = L_B\sqrt{1 - v_B^2/c^2}$이므로 $L_B = \frac{L}{\sqrt{1 - v_B^2/c^2}}$이다.
3. $v_A < v_B$이면 $\sqrt{1 - v_B^2/c^2} < \sqrt{1 - v_A^2/c^2}$이므로 $L_B > L_A$이다. 또 움직이는 물체의 관측 길이 L는 항상 고유 길이보다 짧으므로 $L < L_A$, $L < L_B$이다. 따라서 $L < L_A < L_B$이다.

선지 판단

1번: O. 크기 순서가 $L < L_A < L_B$와 일치하므로 옳다.
2번: X. L_B를 L_A보다 짧게 놓은 부분이 틀렸다. v_B가 더 커서 길이 수축이 더 크므로 같은 관측 길이 L를 가지려면 고유 길이는 L_B가 더 길어야 한다. 틀린 표현은 "L, L_B, L_A"이고, 올바르게는 "L, L_A, L_B"이다.
3번: X. L_A를 가장 짧게 놓은 부분이 틀렸다. 관측 길이 L는 수축된 길이이므로 고유 길이 L_A보다 짧다. 틀린 표현은 "L_A, L_B, L"이고, 올바르게는 "L, L_A, L_B"이다.
4번: X. L_B를 가장 짧게 놓고 L를 가장 길게 놓은 부분이 모두 틀렸다. 실제로는 관측 길이 L가 가장 짧고, 더 빠른 B의 고유 길이 L_B가 가장 길다. 틀린 표현은 "L_B, L_A, L"이고, 올바르게는 "L, L_A, L_B"이다.

오답 포인트

속력이 클수록 실제로 더 짧다고 바로 생각하면 틀린다. 문제는 관측 길이 L가 두 우주선에서 같다고 주어졌으므로, 더 빠른 B는 더 많이 수축된 결과가 같은 L이 된 것이고 원래 고유 길이 L_B는 더 길어야 한다는 점이 함정이다.

다시 나오면 이렇게 판단

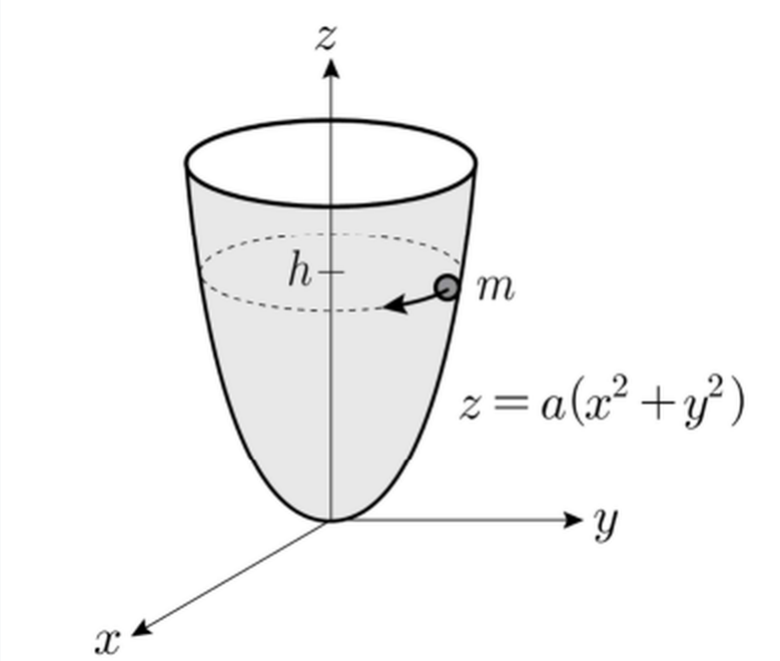
길이 수축 문제는 먼저 관측 길이와 고유 길이를 구분한 뒤, $L = L_0\sqrt{1 - v^2/c^2}$에서 속력이 커질수록 수축 인자가 작아진다는 점을 대입해 대소관계를 판단한다. 같은 관측 길이가 주어지면 더 빠른 물체의 고유 길이가 더 길다.

암기 포인트

운동 중에 보이는 길이 L는 고유 길이보다 짧고, 같은 L이면 더 빠른 물체의 고유 길이가 더 길다.

NoteBase

문 23. $z = a(x^2 + y^2)$을 충족하는 그릇 안쪽 면의 높이 h에서 질량이 m인 구슬이 일정한 각속도 w_0로 z축 주위를 회전하고 있다. $-z$ 방향으로 구슬에 힘을 작용하여 높이 $\frac{h}{3}$에서 회전하게 했을 때, 구슬의 각속도는? (단, a는 상수이며, 공기 저항, 구슬과 그릇 사이의 마찰, 구슬의 크기는 무시한다)



① $\sqrt{3}w_0$

② $3w_0$

③ $2\sqrt{3}w_0$

④ $3\sqrt{3}w_0$

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 회전대칭계에서 z축 둘레 외력이 없을 때 z축 각운동량 $L_z = mr^2\omega$가 보존된다는 점을 이용해 각속도를 구하는 문제이다.

조건 정리

그릇의 안쪽 면은 $z = a(x^2 + y^2) = ar^2$이므로 $r^2 = z/a$이다.
처음 높이 h에서의 반지름은 $r_1^2 = h/a$이다.
높이 $h/3$에서의 반지름은 $r_2^2 = (h/3)/a = h/(3a) = r_1^2/3$이다.
중력, 추가로 가한 힘, 그릇의 수직항력은 모두 방위각 방향 토크를 만들지 않으므로 z축 각운동량이 보존된다.

NoteBase

사용할 공식

보존되는 양은 z축 각운동량 $L_z = mr^2\omega$이다.
이 공식을 쓰는 이유는 문제의 운동이 z축 대칭이고, 작용하는 힘들이 z축 둘레 토크를 주지 않기 때문이다.

계산 과정

처음 상태와 나중 상태에서 L_z를 같게 두면
$mr_1^2\omega_0 = mr_2^2\omega$
이다.
여기서 $r_2^2 = r_1^2/3$을 대입하면
$r_1^2\omega_0 = \frac{r_1^2}{3}\omega$
이므로
$\omega = 3\omega_0$
이다.

선지 판단

1번 X: $\sqrt{3}\omega_0$는 반지름이 $1/\sqrt{3}$배로 줄 때 $r\omega$나 선속도가 보존된다고 잘못 본 값이다. 이 문제에서 보존되는 것은 $mr^2\omega$이므로 올바른 값은 $3\omega_0$이다.
2번 O: $z = ar^2$이므로 높이가 $h \to h/3$로 바뀌면 r^2도 3분의 1이 된다. 따라서 $mr^2\omega$ 보존으로 각속도는 3배가 되어 $3\omega_0$가 맞다.
3번 X: $2\sqrt{3}\omega_0$는 각운동량 보존식 $mr^2\omega = \text{const.}$를 만족하지 않는다. 틀린 표현은 각속도 증가 배수를 3이 아닌 $2\sqrt{3}$로 본 점이고, 올바르게는 $\omega = 3\omega_0$이다.
4번 X: $3\sqrt{3}\omega_0$는 반지름 감소와 각속도 증가를 중복 반영한 오답이다. 높이가 3분의 1이 되면 r은 $1/\sqrt{3}$ 배이지만, 보존식은 $r^2\omega$에 적용되므로 결과는 $3\omega_0$이지 $3\sqrt{3}\omega_0$가 아니다.

오답 포인트

높이가 3분의 1이 되면 반지름이 $1/\sqrt{3}$배가 된다는 사실까지는 쉽게 보이지만, 그다음에 무엇이 보존되는지를 잘못 잡으면 틀린다. 이 문제의 핵심은 선속도나 $r\omega$가 아니라 회전축에 대한 각운동량 $mr^2\omega$가 보존된다는 점이다.

다시 나오면 이렇게 판단

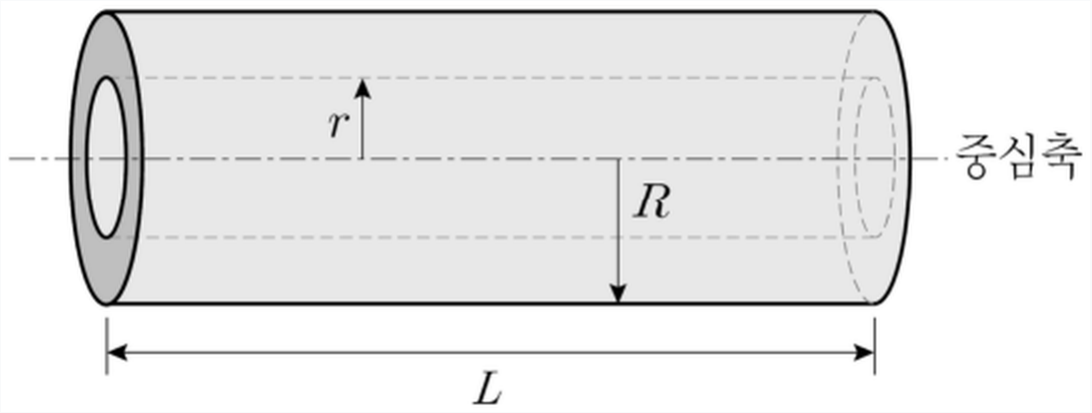
회전대칭인 그릇이나 궤도에서 높이와 반지름이 바뀌는 문제는 먼저 r와 z의 관계를 식으로 바꾼다. 그다음 회전축 둘레 토크가 0인지 확인하고, 0이면 $mr^2\omega$ 보존으로 바로 연결한다.

암기 포인트

축대칭 회전에서 축 둘레 토크가 0이면 $mr^2\omega$가 보존되고, $z = ar^2$이면 높이 변화는 곧 r^2 변화로 읽는다.

NoteBase

문 24. 길이가 L, 안쪽 반지름이 r, 바깥쪽 반지름이 R, 밀도가 ρ인 원통형 파이프가 중심축에 대해 회전할 때, 이 파이프의 관성모멘트는?



① $\frac{\pi\rho L}{4}(R^2 - r^2)$
② $\frac{\pi\rho L}{2}(R^2 - r^2)$
③ $\frac{\pi\rho L}{4}(R^4 - r^4)$
④ $\frac{\pi\rho L}{2}(R^4 - r^4)$

정답 4번

출제 포인트

속이 빈 원통의 중심축에 대한 관성모멘트를 질량식과 관성모멘트 공식을 결합해 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값은 길이 L, 안쪽 반지름 r, 바깥쪽 반지름 R, 밀도 ρ이다.
구해야 할 값은 중심축에 대한 관성모멘트 I이다.
속이 빈 원통이므로 전체 질량을 먼저 M=ρ×부피로 구한 뒤 중심축 공식에 대입하면 된다.

사용할 공식

질량은 $M = \rho\pi L(R^2 - r^2)$이다.
중심축에 대한 관성모멘트는 $I = \frac{1}{2}M(R^2 + r^2)$이다.
이 공식을 쓰는 이유는 이 물체가 안쪽 반지름 r, 바깥쪽 반지름 R을 가진 균일한 두꺼운 원통형 파이프이기 때문이다.

NoteBase

계산 과정

1. 파이프의 부피는 $\pi L(R^2 - r^2)$이므로 질량은 $M = \rho\pi L(R^2 - r^2)$이다.
2. 이를 관성모멘트 공식에 대입하면 $I = \frac{1}{2}\rho\pi L(R^2 - r^2)(R^2 + r^2)$이다.
3. $(R^2 - r^2)(R^2 + r^2) = R^4 - r^4$이므로 $I = \frac{\pi\rho L}{2}(R^4 - r^4)$이다.

선지별 해설

① X
제시식 $\frac{\pi\rho L}{4}(R^2 - r^2)$는 반지름 제곱이 한 번만 들어 있어 차원이 질량 수준에 머문다. 관성모멘트에는 추가로 거리 제곱이 반영되어야 한다. 틀린 표현은 $(R^2 - r^2)$만 남긴 부분이고, 올바르게는 $\frac{\pi\rho L}{2}(R^4 - r^4)$이다.

② X
제시식 $\frac{\pi\rho L}{2}(R^2 - r^2)$도 $R^2 - r^2$까지만 있어 관성모멘트가 아니라 질량에 상수만 곱한 형태이다. 틀린 표현은 네제곱 항이 없는 부분이고, 올바르게는 $\frac{\pi\rho L}{2}(R^4 - r^4)$이다.

③ X
제시식 $\frac{\pi\rho L}{4}(R^4 - r^4)$는 형태는 비슷하지만 앞의 계수가 절반으로 부족하다. $I = \frac{1}{2}M(R^2 + r^2)$를 쓰면 최종 계수는 $\frac{1}{2}$가 되어야 하므로 틀린 표현은 $\frac{1}{4}$이다. 올바르게는 $\frac{\pi\rho L}{2}(R^4 - r^4)$이다.

④ O
질량 $M = \rho\pi L(R^2 - r^2)$를 대입하면 $I = \frac{1}{2}M(R^2 + r^2) = \frac{\pi\rho L}{2}(R^4 - r^4)$가 된다. 계산 결과와 일치하므로 옳다.

오답 포인트

속이 빈 원통의 질량식 $\rho\pi L(R^2 - r^2)$만 구해 놓고 그것을 관성모멘트로 착각하기 쉽다. 또 $(R^2 - r^2)(R^2 + r^2) = R^4 - r^4$ 전개를 놓치면 ①, ②처럼 제곱항만 남기거나 ③처럼 계수를 잘못 처리하게 된다.

다시 나오면 이렇게 판단

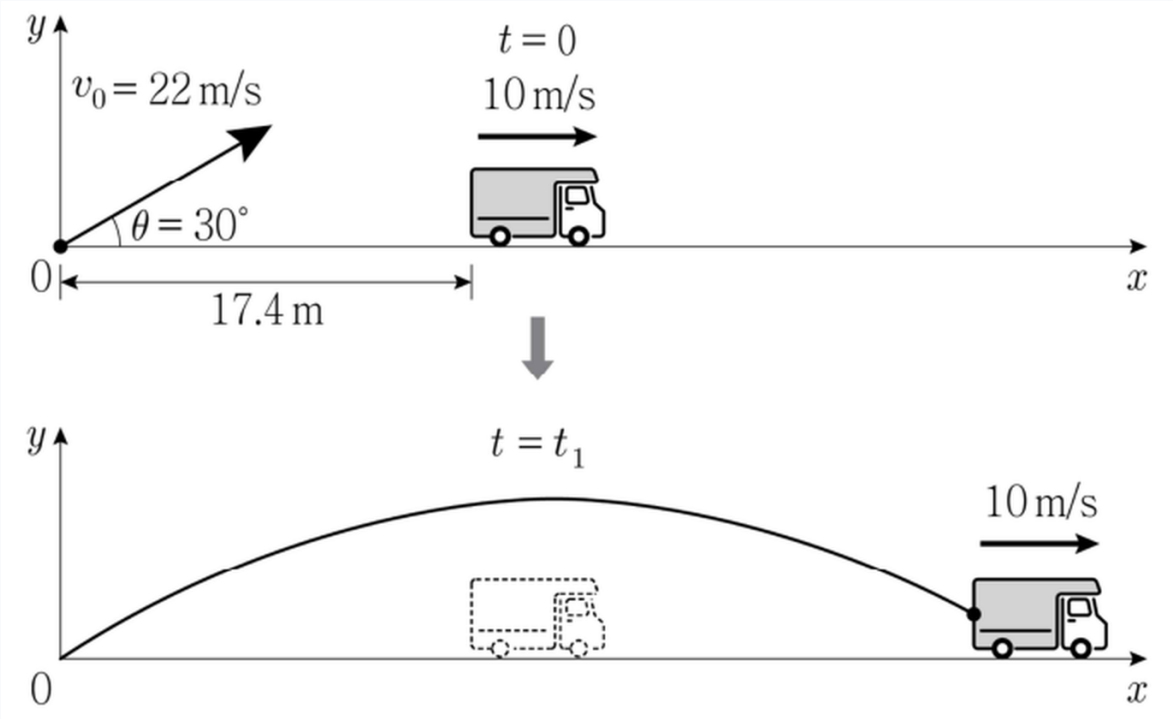
원통이나 파이프의 관성모멘트 문제는 먼저 부피와 질량을 구하고, 그다음 축에 맞는 표준식 $I = \frac{1}{2}M(R^2 + r^2)$에 넣어 정리하면 된다. 최종식에 반지름 네제곱 항이 나오는지도 함께 확인하면 된다.

암기 포인트

속이 빈 원통의 중심축 관성모멘트는 $I = \frac{1}{2}M(R^2 + r^2) = \frac{\pi\rho L}{2}(R^4 - r^4)$이다.

NoteBase

문 25. $t=0$초에 물체가 지표면에서 30°의 각도로 $22m/s$의 속력으로 발사되었다. 이때 원점에서 $17.4m$ 만큼 떨어진 곳에서 화물트럭이 $+x$ 방향으로 $10m/s$의 속력으로 움직이고 있다. $t=t_1$초에 물체가 등속 운동하던 화물트럭 뒷면에 부딪혔다면, t_1[초]는? (단, 공기 저항, 물체의 크기는 무시하고, $\sqrt{3}$은 1.7로 계산한다)



① 1

② 2

③ 3

④ 4

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 포물체의 수평속도와 트럭의 등속도를 비교해 같은 위치에 도달하는 시간을 구하는 문제이다.

조건 정리

물체의 초기속력은 $22m/s$, 발사각은 30°이다.
트럭의 뒷면은 $t=0$에서 원점으로부터 $17.4m$ 떨어져 있고, $+x$방향으로 $10m/s$로 움직인다.
수평방향에서는 가속도가 없으므로 물체의 수평속도는 일정하고, v_0x=2230^=22× (3)/(2)=113이다.
문제 조건에 따라 $3 \approx 1.7$로 계산하면 $v_{0x} \approx 18.7m/s$이다.

NoteBase

사용할 공식

충돌 순간에는 물체와 트럭 뒷면의 수평위치가 같아진다.
x_물체=v_0xt, x_트럭=17.4+10t
따라서 x_물체=x_트럭를 놓고 시간을 구한다.
이 공식을 쓰는 이유는 포물선 운동에서도 수평방향은 등속 운동이고, 트럭도 등속 운동이므로 충돌 조건이 두 물체의 수평위치 일치로 정리되기 때문이다.

계산 과정

1. 물체의 수평속도는 v_0x=113≈11×1.7=18.7 m/s이다.
2. 충돌 조건은 $18.7t = 17.4 + 10t$이다.
3. 정리하면 $8.7t = 17.4$이다.
4. 따라서 $t = 2s$이다.
5. 검산으로 $t = 2s$일 때 물체의 높이는 y=2230^×2-12×9.8×2^2=2.4 m이므로 아직 공중에 있어 트럭 뒷면과 충돌할 수 있다.

선지 판단

1번 X: $t_1 = 1s$이면 물체의 수평위치는 $18.7m$, 트럭 뒷면의 위치는 $27.4m$이어서 만나지 않는다. 1초가 아니라 2초이다.
2번 O: 수평위치를 같게 두면 $18.7t = 17.4 + 10t$이고 $t = 2s$가 나온다. 충돌 조건을 만족하므로 옳다.
3번 X: $t_1 = 3s$이면 물체의 수평위치는 $56.1m$, 트럭 뒷면의 위치는 $47.4m$이어서 이미 지나친 뒤이다. 3초가 아니라 2초이다.
4번 X: $t_1 = 4s$이면 위치 차이가 더 커지고, 포물체는 그보다 훨씬 먼저 지면에 떨어진다. 4초가 아니라 2초이다.

오답 포인트

이 문항의 함정은 포물선 운동이라는 이유로 처음부터 세로방향 식만 붙잡거나, 수평속도 $22\cos 30^\circ$를 그냥 $22m/s$로 두는 데 있다. 또 트럭의 초기 위치 $17.4m$를 빼먹으면 충돌 시간을 잘못 구하게 된다.

다시 나오면 이렇게 판단

이동하는 물체와 포물체가 만나는 문제는 먼저 x_물체=x_표적로 시간을 구하고, 그 시간이 실제 비행 구간 안에 드는지만 확인하면 된다.

암기 포인트

포물선 충돌 문제의 1순위는 x_물체=x_표적이고, 수평속도는 $v_0\cos\theta$이다.

NoteBase