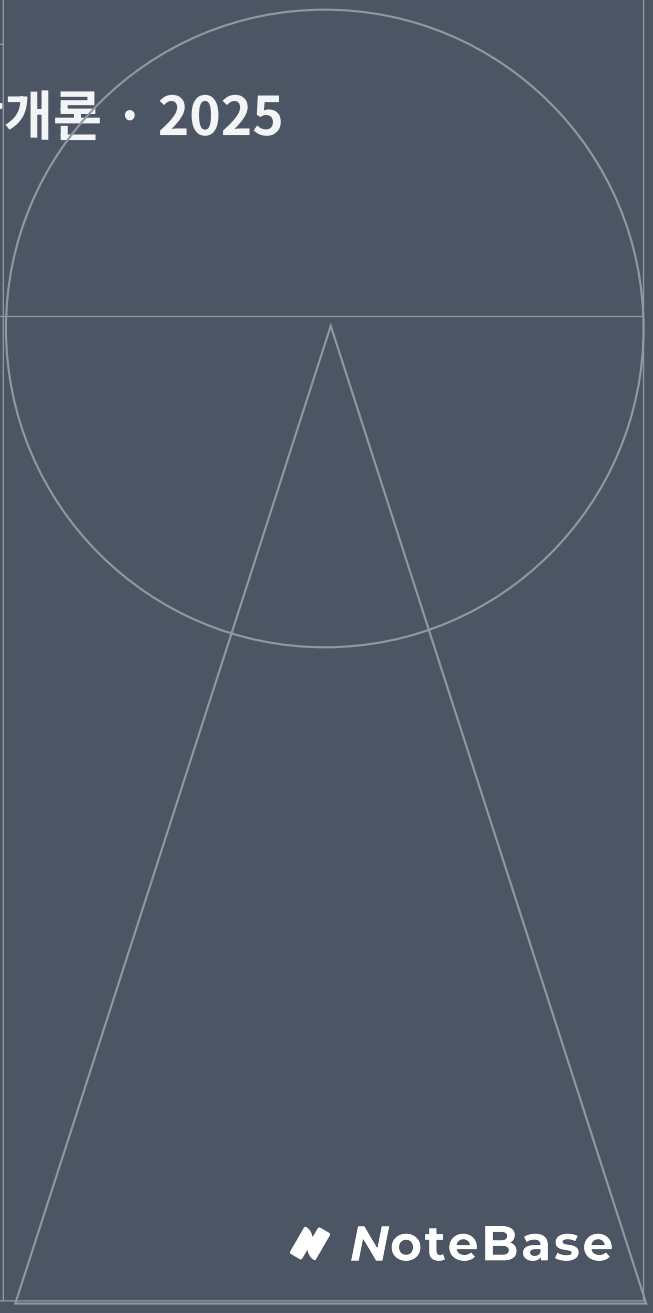
기출OX 해설집

공무원/지방직/7급 · 물리학개론 · 2025



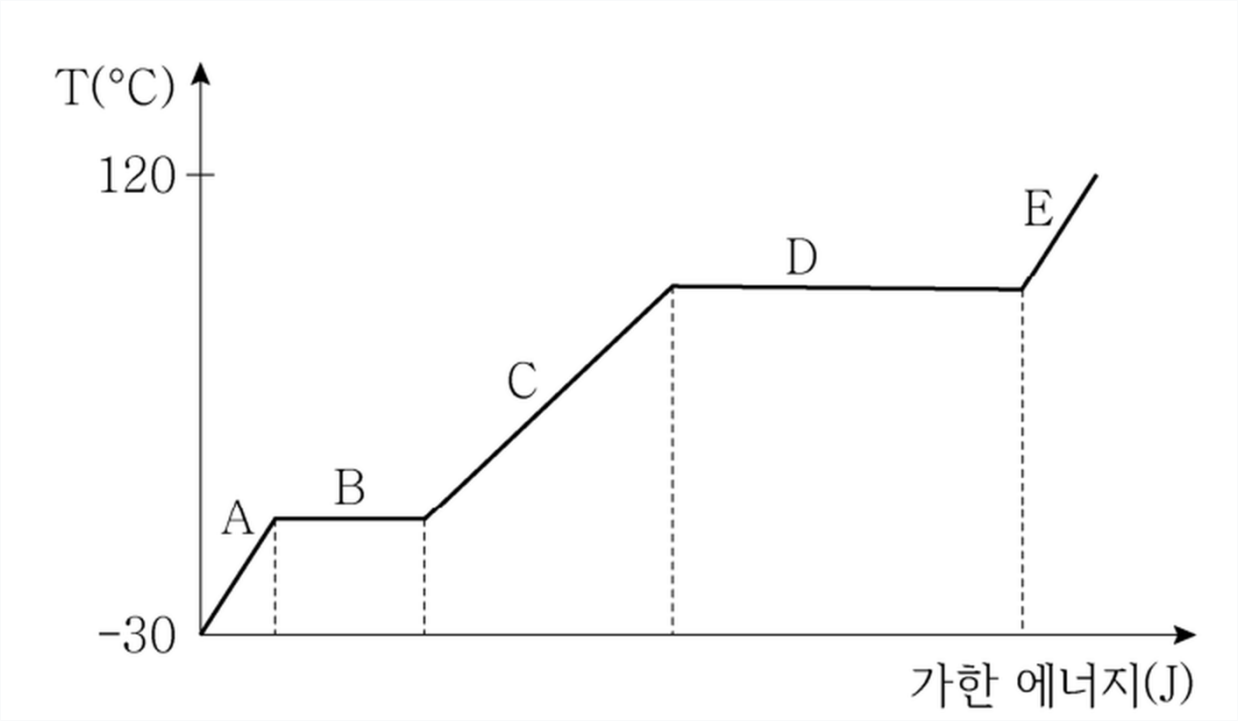
NoteBase

기출OX 해설집

공무원/지방직/7급 · 물리학개론 · 2025

공무원/지방직/7급 · 물리학개론 · 2025

문 1. 그림은 표준대기압(1 atm)에서 -30 °C의 얼음을 120 °C의 수증기로 변화시키는 과정에서 가한 에너지와 그에 따른 온도 변화를 나타낸 것이다. 그림에 표기된 각 구간(A ~ E)에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?



① A 구간에서는 얼음의 온도가 -30 °C에서 0 °C로 변화한다.

② B 구간에서는 얼음과 물이 공존한다.

③ C 구간에서는 물의 상전이가 일어나지 않으며, 물에 가한 총에너지는 물의 잠열과 같다.

④ E 구간에서는 상전이가 일어나지 않으며, 가한 에너지는 수증기의 온도를 높이는 데 사용된다.

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 가열 곡선에서 각 구간의 온도 변화와 상변화 여부를 읽고, 현열과 잠열을 구분할 수 있는지를 묻는 문제이다.

NoteBase

선지별 해설

① O: A 구간은 얼음의 온도가 $-30\,^\circ C$에서 $0\,^\circ C$까지 올라가는 구간이다. 상전이는 없고 고체 상태의 얼음만 가열된다.
② O: B 구간은 $0\,^\circ C$에서 온도가 일정한 채 융해가 진행되는 구간이다. 따라서 얼음과 물이 공존한다.
③ X: C 구간은 액체 물의 온도가 $0\,^\circ C$에서 $100\,^\circ C$까지 올라가는 구간이므로 상전이는 일어나지 않는다는 앞부분은 맞다. 그러나 '가한 총에너지는 물의 잠열과 같다'는 표현이 틀리다. 잠열은 상전이 동안 온도 변화 없이 출입하는 에너지이고, C 구간의 에너지는 물의 온도를 높이는 현열로서 $Q = mc\Delta T$에 해당한다. 틀린 표현은 '잠열'이며, 올바르게는 '가한 에너지는 물의 온도를 높이는 현열이다'이다.
④ O: E 구간은 이미 수증기가 된 뒤 $100\,^\circ C$에서 $120\,^\circ C$까지 온도가 올라가는 구간이다. 상전이는 없고 가한 에너지는 수증기의 온도를 높이는 데 쓰인다.

오답 포인트

수평 구간이면 잠열, 기울어진 구간이면 현열이라는 구분이 흔히 뒤섞인다. ③은 '상전이가 일어나지 않는다'는 맞는 문장 뒤에 '잠열'을 붙여 개념을 바꿔치기한 선지이므로, 상전이 여부와 온도 변화 여부를 함께 확인해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

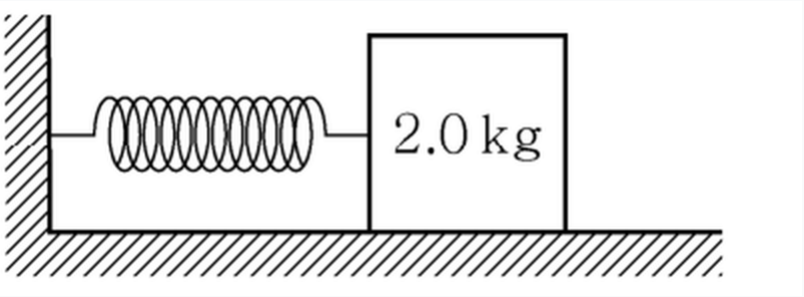
가열 곡선은 먼저 구간이 수평인지 기울어졌는지를 본다. 수평이면 상전이와 잠열, 기울어졌으면 단일 상의 온도 변화와 현열로 판단하면 된다.

암기 포인트

기울기 구간은 현열, 수평 구간은 잠열이다.

NoteBase

문 2. 그림과 같이 마찰이 없는 수평면 위에 질량 2.0 kg의 물체를 용수철 상수가 200N/m인 용수철의 한쪽 끝에 매달아 평형상태에 두었다. 물체를 이 위치에서부터 0.1m만큼 압축시킨 후 가만히 놓았다. 이 물체가 평형 위치를 지날 때 속력[m/s]은? (단, 용수철의 질량과 공기저항은 무시한다)



① 1.0

② 2.0

③ 3.0

④ 4.0

정답 1번

출제 포인트

이 문제는 마찰이 없는 용수철-질점 운동에서 역학적 에너지 보존을 이용해 평형 위치에서의 속력을 구하는 문제이다.

조건 정리

질량은 2.0 kg이다.
용수철 상수는 200N/m이다.
평형 위치에서 0.1m 압축한 뒤 정지 상태에서 놓았다.
마찰과 공기저항이 없으므로 역학적 에너지가 보존된다.

사용할 공식

사용할 공식은 역학적 에너지 보존식 $\frac{1}{2}kx^2 = \frac{1}{2}mv^2$ 이다.
처음에는 압축된 용수철의 탄성퍼텐셜에너지로만 에너지가 저장되어 있고, 평형 위치를 지날 때는 그 에너지가 모두 질점의 운동에너지로 바뀌기 때문에 이 공식을 사용한다.

NoteBase

계산 과정

처음 압축량은 $x = 0.1m$ 이다.
초기 탄성퍼텐셜에너지는 $\frac{1}{2}kx^2 = \frac{1}{2} \times 200 \times (0.1)^2 = 1J$ 이다.
평형 위치에서는 $\frac{1}{2}mv^2 = 1$ 이므로 $\frac{1}{2} \times 2.0 \times v^2 = 1$ 이다.
따라서 $v^2 = 1$ 이고 $v = 1.0m/s$ 이다.

선지 판단

1번 O: 계산 결과 평형 위치 속력은 $1.0m/s$ 이므로 옳다.
2번 X: $2.0m/s$ 이면 운동에너지가 $\frac{1}{2} \times 2.0 \times (2.0)^2 = 4J$ 가 되어 초기 에너지 1 J와 맞지 않는다. 평형 위치의 속력은 2.0m/s가 아니라 1.0m/s이다.
3번 X: $3.0m/s$ 이면 운동에너지가 9 J가 되어 초기 에너지보다 훨씬 크다. 평형 위치의 속력은 3.0m/s가 아니라 1.0m/s이다.
4번 X: $4.0m/s$ 이면 운동에너지가 16 J가 되어 에너지 보존에 어긋난다. 평형 위치의 속력은 4.0m/s가 아니라 1.0m/s이다.

오답 포인트

평형 위치를 지날 때 속력이 최대라는 점은 알더라도, 탄성퍼텐셜에너지가 전부 운동에너지로 바뀐다는 연결을 놓치면 수치를 감으로 고르기 쉽다. 압축량 0.1m를 그대로 속력 값처럼 다루거나, k 와 m 을 보고 큰 수를 답으로 고르면 틀린다.

다시 나오면 이렇게 판단

용수철과 질점이 마찰 없이 운동하면 먼저 처음 위치의 탄성퍼텐셜에너지를 구하고, 묻는 위치의 에너지 형태로 바로 바꿔 식을 세우면 된다. 평형 위치를 물으면 탄성퍼텐셜에너지가 0이므로 운동에너지와 바로 연결된다.

암기 포인트

용수철 진동에서 평형 위치의 최대속력은 $\frac{1}{2}kA^2 = \frac{1}{2}mv^2$ 또는 $v = A\sqrt{\frac{k}{m}}$ 로 구한다.

NoteBase

문 3. 단면적이 5mm^2로 일정하고, 길이가 1m인 금속 도선의 양단에 1V의 전위차가 유지되고 있다. 이 도선에 흐르는 전류[A]는? (단, 전류가 흐르는 동안 금속 도선의 비저항은 $2 \times 10^{-8}\Omega \cdot \text{m}$이다)

① 150

② 200

③ 250

④ 300

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 비저항과 도선의 단면적을 이용해 저항을 구한 뒤 옴의 법칙으로 전류를 계산하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값은 단면적 $A = 5\text{mm}^2 = 5 \times 10^{-6}\text{m}^2$, 길이 $L = 1\text{m}$, 전위차 $V = 1\text{V}$, 비저항 $\rho = 2 \times 10^{-8}\Omega \cdot \text{m}$이다. 구해야 할 값은 전류 I이다. 주의할 조건은 단면적을 m^2로 바꾸어야 한다는 점이다.

사용할 공식

도선의 저항은 $R = \rho L/A$이고, 전류는 옴의 법칙 $I = V/R$로 구한다. 이 문제는 비저항, 길이, 단면적이 모두 주어졌으므로 먼저 도선의 저항을 구한 뒤 전압을 저항으로 나누는 상황에 해당한다.

계산 과정

$R = \frac{\rho L}{A} = \frac{2 \times 10^{-8} \times 1}{5 \times 10^{-6}} = 4 \times 10^{-3}\Omega$
$I = \frac{V}{R} = \frac{1}{4 \times 10^{-3}} = 250\text{A}$
따라서 이 도선에 흐르는 전류는 250 A이다.

선지별 해설

1번 X: 150 A는 계산 결과와 일치하지 않는다. 비저항 공식과 옴의 법칙을 적용하면 전류는 250 A가 나온다. 틀린 표현은 '150'이고, 올바르게는 '250'이다.
2번 X: 200 A도 계산 결과와 일치하지 않는다. 단면적을 m^2로 바꾸고 저항을 구하면 $R = 4 \times 10^{-3}\Omega$이므로 전류는 250 A이다. 틀린 표현은 '200'이고, 올바르게는 '250'이다.
3번 O: $R = \rho L/A$로 저항을 구하면 $4 \times 10^{-3}\Omega$이고, $I = V/R$를 적용하면 250 A가 된다. 계산 결과와 정확히 일치한다.
4번 X: 300 A는 저항을 지나치게 작게 계산한 경우에 가까운 값이지만, 실제 저항은 $4 \times 10^{-3}\Omega$이므로 맞지 않는다. 틀린 표현은 '300'이고, 올바르게는 '250'이다.

NoteBase

오답 포인트

가장 흔한 함정은 단면적 5mm^2를 그대로 쓰는 것이다. 이 값을 $5 \times 10^{-6}\text{m}^2$로 바꾸지 않으면 저항과 전류가 크게 틀어진다. 또한 $R = \rho L/A$에서 단면적이 분모에 있다는 점을 놓치면 저항의 크기 판단이 어긋난다.

다시 나오면 이렇게 판단

도선의 전류를 묻는 계산형 문제는 단면적 단위 변환을 먼저 확인하고, $R = \rho L/A$로 저항을 구한 뒤, 마지막에 $I = V/R$를 적용하는 순서로 판단하면 된다.

암기 포인트

비저항 문제는 A를 m^2로 바꾸고, $R = \rho L/A$ 다음 $I = V/R$ 순서로 계산한다.

NoteBase

문 4. 어떤 열기관의 일률이 5kW이고 열효율은 25%이다. 이 열기관이 한 순환 과정 동안 흡수한 열은 10kJ이다. 한 순환 과정 동안 열기관이 방출한 열 $|Q_L|$과 한 순환 과정 동안 걸리는 시간 Δt를 바르게 연결한 것은?

① $|Q_L|[kJ]$: 8.0, $\Delta t[s]$: 0.4

② $|Q_L|[kJ]$: 7.5, $\Delta t[s]$: 0.4

③ $|Q_L|[kJ]$: 8.0, $\Delta t[s]$: 0.5

④ $|Q_L|[kJ]$: 7.5, $\Delta t[s]$: 0.5

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 열기관의 효율 $\eta = W/Q_H$와 일률 $P = W/\Delta t$를 이용해 방출열 $|Q_L|$과 한 순환 시간 Δt를 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값은 일률 5 kW, 효율 25%, 한 순환에서 흡수한 열 $Q_H = 10\text{kJ}$이다. 구해야 할 값은 한 순환에서 방출한 열 $|Q_L|$과 한 순환 시간 Δt이다. 열기관에서는 $Q_H = W + |Q_L|$ 관계를 쓴다.

사용할 공식

사용할 공식은 $\eta = \frac{W}{Q_H}$, $P = \frac{W}{\Delta t}$, $Q_H = W + |Q_L|$ 이다. 문제에서 효율과 흡수열이 함께 주어졌으므로 먼저 한 순환의 일 W를 구할 수 있고, 그다음 에너지 보존으로 $|Q_L|$, 일률식으로 Δt를 구하는 흐름이 된다.

계산 과정

1. 효율식에서 한 순환의 일은 $W = \eta Q_H = 0.25 \times 10\text{kJ} = 2.5\text{kJ}$ 이다. 2. 방출열의 크기는 $|Q_L| = Q_H - W = 10 - 2.5 = 7.5\text{kJ}$ 이다. 3. 일률식에서 한 순환 시간은 $\Delta t = \frac{W}{P} = \frac{2.5\text{kJ}}{5\text{kJ/s}} = 0.5\text{s}$ 이다.

선지 판단

① X: 선지 ①이 제시한 $|Q_L| = 8.0\text{kJ}$는 올바른 값 7.5kJ와 다르고, $\Delta t = 0.4\text{s}$도 올바른 값 0.5 s와 다르므로 틀린 선지이다. 8.0 kJ는 효율 계산으로 얻은 일 2.5kJ를 잘못 처리하거나 에너지 보존식을 잘못 적용할 때 나오는 값이다. 틀린 표현은 \"|Q_L| = 8.0\,\mathrm{kJ}, \Delta t = 0.4\,\mathrm{s}\"이고, 올바르게는 \"|Q_L| = 7.5\,\mathrm{kJ}, \Delta t = 0.5\,\mathrm{s}\"이다. ② X: $|Q_L| = 7.5\text{kJ}$는 맞지만 Δt는 0.4 s가 아니라 0.5 s이므로 틀린 선지이다. 0.4 s는 일 W를 2.0 kJ처럼 잘못 잡거나 5 kW를 잘못 나누었을 때 나오는 값이다. 틀린 표현은 \"\Delta t = 0.4\,\mathrm{s}\"이고, 올바르게는 \"\Delta t = 0.5\,\mathrm{s}\"이다. ③ X: $\Delta t = 0.5\text{s}$는 맞지만 $|Q_L|$는 8.0 kJ가 아니라 7.5 kJ이므로 틀린 선지이다. 틀린 표현은 \"|Q_L| = 8.0\,\mathrm{kJ}\"이고, 올바르게는 \"|Q_L| = 7.5\,\mathrm{kJ}\"이다. ④ O: 계산 결과 $|Q_L| = 7.5\text{kJ}$, $\Delta t = 0.5\text{s}$이므로 옳은 선지이다.

NoteBase

오답 포인트

효율 25%를 열손실 비율 25%로 오해하면 $|Q_L|$를 잘못 구하게 된다. 효율 25%는 흡수한 열의 25%가 일로 바뀐다는 뜻이므로 먼저 $W = 2.5\text{kJ}$를 구해야 한다. 또 일률 5 kW는 초당 일의 양이므로 $\Delta t = W/P$에서 한 순환의 일 W를 넣어야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

열기관 계산형 문제는 먼저 효율로 한 순환의 일 W를 구하고, 다음에 $Q_H = W + |Q_L|$로 방출열을 정리한 뒤, 마지막에 일률식 $P = W/\Delta t$로 시간을 구하면 된다.

암기 포인트

열기관은 $\eta = W/Q_H$, $|Q_L| = Q_H - W$, $\Delta t = W/P$ 순서로 정리하면 계산이 바로 된다.

NoteBase

문 5. 어떤 구급차가 사이렌을 울리며, 정지한 관측자로부터 50m/s의 속력으로 멀어지고 있다. 구급차 운전자가 들을 때 이 사이렌의 진동수가 800 Hz였다면, 관측자가 들을 때 진동수[Hz]는? (단, 공기 중 음속은 350m/s이다)

① 700

② 750

③ 800

④ 850

정답 1번

출제 포인트

이 문제는 도플러 효과에서 정지한 관측자와 멀어지는 음원의 경우를 적용해 관측 진동수를 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 운전자가 듣는 사이렌 진동수는 800Hz이다. 구급차의 속력은 50m/s이다. 공기 중 음속은 350m/s이다.
구해야 할 값: 정지한 관측자가 듣는 진동수이다.
주의할 조건: 운전자는 음원과 함께 움직이므로 운전자가 듣는 800Hz는 음원의 고유진동수와 같다. 구급차는 관측자로부터 멀어지므로 관측 진동수는 고유진동수보다 작아진다.

사용할 공식

공식은 $f' = f\frac{v}{v+v_s}$이다.
이 공식을 쓰는 이유는 정지한 관측자에 대해 음원이 속력 v_s로 멀어지는 경우이기 때문이다. 이때 파장이 늘어나므로 관측 진동수는 감소한다.

계산 과정

1. 운전자가 음원과 함께 있으므로 음원의 고유진동수는 $f = 800\text{Hz}$이다.
2. 정지한 관측자에게 들리는 진동수는 $f' = 800 \times \frac{350}{350+50}$이다.
3. 계산하면 $f' = 800 \times \frac{350}{400} = 800 \times 0.875 = 700\text{Hz}$이다.

NoteBase

선지별 해설

① O : 계산 결과가 700Hz이므로 맞는 값이다. 멀어지는 음원에서는 관측 진동수가 감소한다는 조건과도 일치한다.
② X : 틀린 표현은 \"750\"이라는 값이다. 올바르게는 관측 진동수가 700Hz이다. 이 값은 속력 50m/s를 진동수에서 직접 빼는 식의 단위 혼동에서 나오기 쉽다.
③ X : 틀린 표현은 \"800\"이라는 값이다. 올바르게는 관측 진동수가 700Hz이다. 800Hz는 음원의 고유진동수일 뿐이며, 정지한 관측자는 도플러 효과 때문에 더 낮게 듣는다.
④ X : 틀린 표현은 \"850\"이라는 값이다. 올바르게는 관측 진동수가 700Hz이다. 850Hz는 음원이 관측자에게 접근할 때처럼 진동수가 증가한다고 잘못 적용한 경우에 해당한다.

오답 포인트

운전자가 듣는 800Hz를 이미 변한 관측 진동수로 오해하거나, 음원이 멀어지는데도 접근 공식처럼 진동수가 커진다고 판단하는 실수가 잦다. 이 문항의 핵심 함정은 운전자가 음원과 함께 움직인다는 점과 멀어지는 방향이라는 점이다.

다시 나오면 이렇게 판단

도플러 효과 문제는 먼저 누가 움직이는지와 음원이 접근하는지 멀어지는지를 구분한 뒤, 음원과 함께 있는 사람은 고유진동수를 듣는다는 점을 확인하고 공식을 대입하면 된다.

암기 포인트

정지 관측자 기준에서 음원이 멀어지면 $f' = f\frac{v}{v+v_s}$가 되어 진동수가 감소한다는 점이 핵심이다.

NoteBase

문 6. 반감기가 20분인 방사성 원소 $^{11}_{6}C$의 초기 활성도가 3.2×10^{14} Bq로 측정되었다. 1시간 20분이 경과한 후 활성도 [Bq]는?

① 1.0×10^{13}

② 2.0×10^{13}

③ 8.0×10^{13}

④ 1.6×10^{14}

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 방사성 붕괴의 반감기 공식을 이용해 일정 시간이 지난 뒤의 활성을 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 초기 활성도는 3.2×10^{14}Bq, 반감기는 20분이다.
구해야 할 값: 1시간 20분 뒤의 활성도이다.
주의할 조건: 1시간 20분은 80분이므로 반감기 20분이 총 4번 지난 상태이다.

사용할 공식

사용 공식은 $A = A_0\left(\frac{1}{2}\right)^{t/T_{1/2}}$이다.
이 공식을 쓰는 이유: 방사성 원소의 활성도는 반감기가 한 번 지날 때마다 절반으로 감소하므로, 지난 반감기 횟수만큼 $\frac{1}{2}$를 반복해서 곱하면 된다.

계산 과정

1. 경과 시간 1시간 20분을 분으로 바꾸면 80분이다.
2. 지난 반감기 수는 80/20 = 4회이다.
3. 따라서 활성도는 $A = 3.2 \times 10^{14}\left(\frac{1}{2}\right)^4 = \frac{3.2 \times 10^{14}}{16} = 2.0 \times 10^{13}$Bq이다.

NoteBase

선지별 해설

① X: 1.0×10^{13}은 정답보다 한 번 더 반감된 값이다. 이 값은 100분이 지나 반감기가 5번 지난 경우에 해당한다. 틀린 표현은 경과 시간을 4회가 아니라 5회 반감으로 본 점이며, 올바르게는 80분은 4회 반감이므로 2.0×10^{13}Bq가 된다.
② O: 80분은 반감기 20분의 4배이므로 활성도는 $3.2 \times 10^{14}/16 = 2.0 \times 10^{13}$Bq가 된다. 계산 결과와 일치하므로 옳다.
③ X: 8.0×10^{13}은 두 번만 반감한 값이다. 이는 경과 시간을 40분으로 잘못 보거나 반감 횟수를 2회로 잘못 센 경우에 나온다. 틀린 표현은 반감 횟수를 부족하게 적용한 점이며, 올바르게는 4회 반감 후 값인 2.0×10^{13}Bq가 된다.
④ X: 1.6×10^{14}는 한 번만 반감한 값이다. 이는 20분 뒤의 활성도에 해당한다. 틀린 표현은 1시간 20분을 20분으로 축소해 본 점이며, 올바르게는 80분 뒤이므로 2.0×10^{13}Bq가 된다.

오답 포인트

이 문항의 함정은 시간을 바로 대입하지 않고 감으로 절반씩만 줄이는 과정에서 반감기 횟수를 틀리기 쉽다는 점이다. 특히 80분을 보고 2회 또는 1회만 반감한 값으로 고르면 ③, ④에 끌리기 쉽다.

다시 나오면 이렇게 판단

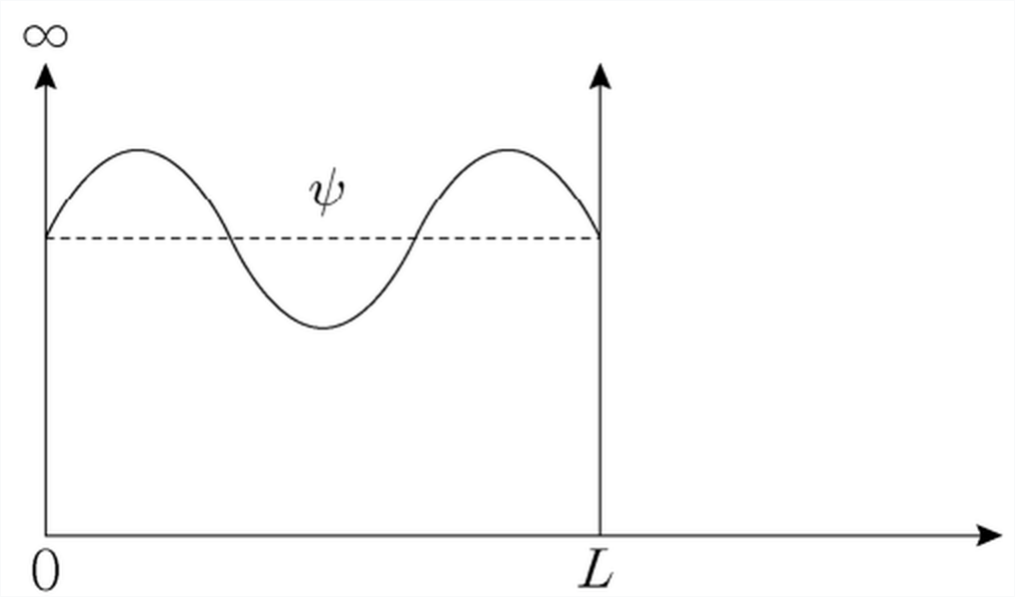
반감기 문제는 먼저 전체 시간을 같은 단위로 바꾼 뒤 반감기 횟수 $t/T_{1/2}$를 계산하고, 그 횟수만큼 $\frac{1}{2}$를 곱해 판단한다.

암기 포인트

반감기 n번이 지나면 남는 양과 활성도는 처음의 $\left(\frac{1}{2}\right)^n$배이다.

NoteBase

문 7. 그림은 길이가 L인 1차원 무한 퍼텐셜 우물 안에 갇힌 질량 m인 입자의 파동 함수 ψ를 위치에 따라 나타낸 것이다. 이 입자의 에너지는? (단, h는 플랑크 상수이다)



① $\frac{h^2}{mL^2}$
② $\frac{h^2}{2mL^2}$
③ $\frac{h^2}{8mL^2}$
④ $\frac{9h^2}{8mL^2}$

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 1차원 무한 퍼텐셜 우물의 파동함수 그림에서 양자수 n을 읽고 에너지식 $E_n = \frac{n^2h^2}{8mL^2}$에 대입할 수 있는지를 묻는다.

계산 근거

1차원 무한 퍼텐셜 우물의 고유에너지는 $E_n = \frac{n^2h^2}{8mL^2}$이다. 그림에서 $n = 3$이므로 $E = E_3 = \frac{3^2h^2}{8mL^2} = \frac{9h^2}{8mL^2}$이다.

NoteBase

선지별 해설

1번 X: $\frac{h^2}{mL^2}$는 무한 우물의 고유에너지 꼴 $\frac{n^2h^2}{8mL^2}$과 맞지 않는다. 분모의 8이 빠져 있고 그림에서 읽은 $n=3$도 반영되지 않았다. 올바르게는 $\frac{9h^2}{8mL^2}$이다.
2번 X: $\frac{h^2}{2mL^2}=\frac{4h^2}{8mL^2}$이므로 $n^2=4$, 즉 $n=2$ 상태에 해당한다. 그림은 내부 마디가 1개인 $n=2$가 아니라 내부 마디가 2개인 $n=3$ 상태이다. 올바르게는 $\frac{9h^2}{8mL^2}$이다.
3번 X: $\frac{h^2}{8mL^2}$는 $n=1$ 바닥상태의 에너지이다. 그림은 마디가 없는 바닥상태가 아니라 반파가 3개인 $n=3$ 상태이다. 올바르게는 $\frac{9h^2}{8mL^2}$이다.
4번 O: $\frac{9h^2}{8mL^2}$는 $n=3$을 에너지식 $E_n=\frac{n^2h^2}{8mL^2}$에 넣은 결과와 정확히 일치한다.

오답 포인트

파동함수의 봉우리 개수만 대충 세거나, 바닥상태 공식을 기계적으로 떠올리면 3번으로 흐르기 쉽다. 이 문제는 봉우리 개수보다 내부 마디 수와 반파 개수를 읽어 n을 정하는 것이 핵심이다.

다시 나오면 이렇게 판단

무한 퍼텐셜 우물 그림이 나오면 먼저 양 끝에서 $\psi=0$인지 확인하고, 다음으로 내부 마디 수를 세어 $n-1$과 연결한다. 그다음 $E_n=\frac{n^2h^2}{8mL^2}$에 넣어 선지를 고르면 된다.

암기 포인트

무한 우물은 마디 수 $=n-1$, 반파 수 $=n$, 에너지는 n^2에 비례한다.

문 8. 질량이 m인 물체가 각도 θ이고 정지마찰계수가 μ_s, 운동마찰계수가 μ_k인 경사면 위에서 미끄러지며 등가속도 운동을 하고 있다. 이때 물체의 가속도는? (단, g는 중력가속도이며, 공기저항은 무시한다)

① $g(\sin\theta + \mu_s\cos\theta)$

② $g(\sin\theta - \mu_k\cos\theta)$

③ $g(\sin\theta + \mu_k\cos\theta)$

④ $g(\sin\theta - \mu_s\cos\theta)$

정답 2번

출제 포인트

경사면에서 중력의 평행성분과 운동마찰력을 합성해 가속도를 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 질량 m, 경사각 θ, 운동마찰계수 μ_k
구해야 할 값: 경사면을 따라 미끄러질 때의 가속도 a
주의할 조건: 물체가 이미 미끄러지고 있으므로 정지마찰계수 μ_s가 아니라 운동마찰계수 μ_k를 사용한다.
마찰력은 운동 반대방향인 경사면 위쪽으로 작용한다.

사용할 공식

경사면 아래쪽을 양의 방향으로 두면
$N = mg\cos\theta, \quad f_k = \mu_k N = \mu_k mg\cos\theta$
$ma = mg\sin\theta - f_k$
이 공식을 쓰는 이유: 경사면 방향으로는 중력의 평행성분 $mg\sin\theta$가 아래쪽으로, 운동마찰력 f_k가 위쪽으로 작용하는 일차원 운동이기 때문이다.

계산 과정

1. 법선힘은 $N = mg\cos\theta$이다.
2. 운동마찰력은 $f_k = \mu_k N = \mu_k mg\cos\theta$이다.
3. 경사면 방향 알짜힘은 $mg\sin\theta - \mu_k mg\cos\theta$이다.
4. 따라서 $ma = mg\sin\theta - \mu_k mg\cos\theta$이고, m을 약분하면 $a = g(\sin\theta - \mu_k\cos\theta)$이다.

NoteBase

선지별 해설

① X: $g(\sin\theta + \mu_s\cos\theta)$는 마찰력을 더했고 계수도 μ_s를 사용한 점이 틀리다. 올바르게는 운동마찰력을 빼서 $g(\sin\theta - \mu_k\cos\theta)$이다.
② O: 물체가 이미 미끄러지므로 μ_k를 쓰고, 마찰력은 운동 반대방향이므로 $mg\sin\theta$에서 빼야 한다. 따라서 $a = g(\sin\theta - \mu_k\cos\theta)$가 되어 옳다.
③ X: 운동마찰계수 μ_k를 쓴 점은 맞지만 부호가 틀리다. 마찰력은 경사면 위쪽으로 작용하므로 더하는 것이 아니라 빼야 한다. 올바르게는 $g(\sin\theta - \mu_k\cos\theta)$이다.
④ X: 마찰력을 빼는 방향은 맞지만, 물체가 운동 중이므로 μ_s가 아니라 μ_k를 써야 한다. 올바르게는 $g(\sin\theta - \mu_k\cos\theta)$이다.

오답 포인트

문장 속의 "미끄러지며"를 놓치면 μ_s와 μ_k를 바꾸어 쓰기 쉽다. 또한 마찰력은 항상 운동을 방해하는 방향으로 작용하므로, 아래로 미끄러지는 상황에서 $mg\sin\theta$에 더하는 선택지는 부호 판단을 잘못한 경우이다.

다시 나오면 이렇게 판단

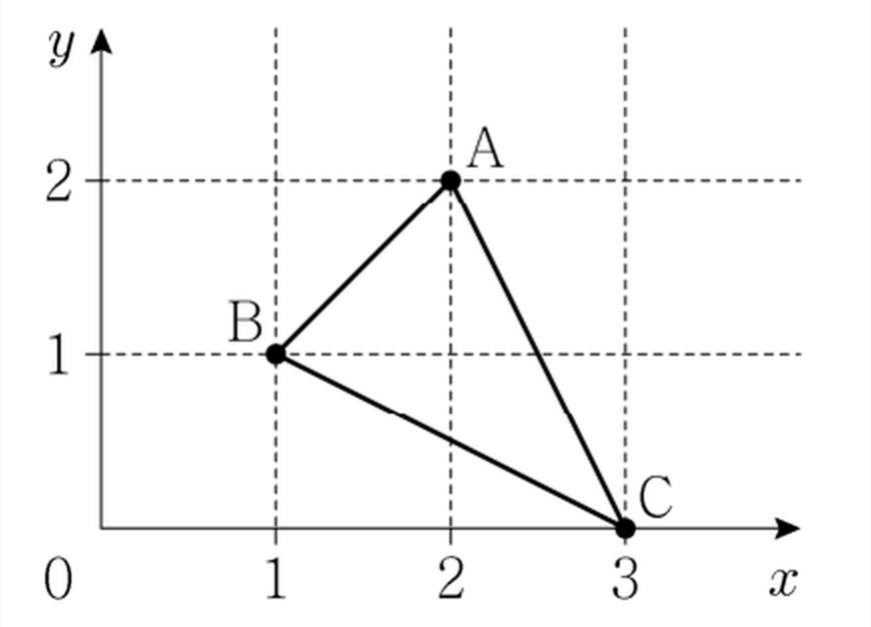
경사면 마찰 문제는 먼저 정지 상태인지 운동 상태인지로 μ_s와 μ_k를 구분하고, 다음에 실제 운동 방향을 기준으로 마찰력 방향을 정한 뒤 $a = \Sigma F/m$으로 정리하면 된다.

암기 포인트

미끄러지는 순간부터 마찰은 $f_k = \mu_k N$이고, 아래로 미끄러지면 $a = g(\sin\theta - \mu_k\cos\theta)$이다.

NoteBase

문 9. 그림과 같이 질량이 각각 5.0 kg, 2.0 kg, 3.0 kg인 질점 A, B, C가 질량이 없는 줄로 연결되어 있다. 이 계의 질량 중심 좌표 (x, y)는?



① (2.0, 1.0)

② (2.0, 1.4)

③ (2.1, 1.2)

④ (2.1, 1.4)

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 여러 질점의 질량중심 좌표를 질량가중평균으로 계산하는 문제이다.

조건 정리

질점 A의 질량과 좌표는 5.0 kg, (2, 2)이다.
질점 B의 질량과 좌표는 2.0 kg, (1, 1)이다.
질점 C의 질량과 좌표는 3.0 kg, (3, 0)이다.
구해야 할 값은 계의 질량중심 좌표 (x, y)이다.
줄의 질량은 없으므로 각 질점의 질량과 좌표만 반영하면 된다.

NoteBase

사용할 공식

질량중심은 각 좌표의 질량가중평균으로 구한다.
$x_{\text{cm}} = \frac{\sum m_i x_i}{\sum m_i}, \qquad y_{\text{cm}} = \frac{\sum m_i y_i}{\sum m_i}$
이 공식을 쓰는 이유는 각 질점의 위치가 질량만큼 다르게 반영되기 때문이다.

계산 과정

전체 질량은 $5 + 2 + 3 = 10$이다.
$x_{\text{cm}} = \frac{5 \cdot 2 + 2 \cdot 1 + 3 \cdot 3}{10} = \frac{10 + 2 + 9}{10} = \frac{21}{10} = 2.1$
$y_{\text{cm}} = \frac{5 \cdot 2 + 2 \cdot 1 + 3 \cdot 0}{10} = \frac{10 + 2 + 0}{10} = \frac{12}{10} = 1.2$
따라서 질량중심 좌표는 (2.1, 1.2)이다.

선지별 해설

① X: (2.0, 1.0)은 세 점의 좌표를 단순평균한 값 $\left(\frac{2+1+3}{3}, \frac{2+1+0}{3}\right)$과 같아서 질량을 무시한 결과이다. 질량중심은 질량가중평균이어야 하므로 틀린 표현이며, 올바르게는 (2.1, 1.2)이다.
② X: (2.0, 1.4)에서 $x = 2.0$은 질량을 무시한 채 세 x좌표를 단순평균한 값 $\frac{2+1+3}{3} = 2.0$이고, $y = 1.4$는 y좌표를 잘못 대입할 때(예: B의 y를 1이 아닌 2로 읽어 $\frac{5 \cdot 2 + 2 \cdot 2 + 3 \cdot 0}{10} = 1.4$) 나오는 값이어서, 두 좌표 모두 올바른 질량가중평균이 아니다. 실제로 $x_{\text{cm}} = 2.1$, $y_{\text{cm}} = 1.2$이므로 틀린 표현이며, 올바르게는 (2.1, 1.2)이다.
③ O: 질량중심은 (2.1, 1.2)로 계산되므로 제시된 좌표가 정확하다.
④ X: (2.1, 1.4)는 x좌표는 맞지만 y좌표가 틀리다. y좌표는 $\frac{5 \cdot 2 + 2 \cdot 1 + 3 \cdot 0}{10} = 1.2$이므로 틀린 표현이며, 올바르게는 (2.1, 1.2)이다.

오답 포인트

이 문항의 함정은 도형이 삼각형처럼 보인다는 이유로 도형의 무게중심이나 세 점의 단순평균을 떠올리는 데 있다. 하지만 줄의 질량은 없고 세 질점의 질량이 서로 다르므로, 반드시 각 좌표를 질량으로 가중한 평균으로 계산해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

질점들의 질량중심 문제는 도형 모양을 먼저 보지 않고 각 점의 질량과 좌표를 표처럼 정리한 뒤, x축과 y축을 각각 질량가중평균으로 따로 계산하면 된다.

암기 포인트

질량중심 좌표는 각 좌표의 단순평균이 아니라 질량가중평균이다.

NoteBase

문 10. 단색광이 어떤 매질에서 거리 L을 이동하는 데 시간 t가 걸렸다. 매질의 굴절률이 2배로 증가하면, 이 빛이 같은 거리를 이동하는 데 걸리는 시간은?

① $\frac{t}{2}$
② $\frac{t}{\sqrt{2}}$
③ $\sqrt{2}t$
④ $2t$

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 굴절률과 빛의 속도 관계를 이용해 같은 거리 L을 지날 때의 시간을 비교하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 어떤 매질에서 거리 L을 이동하는 데 걸리는 시간은 t이다.
구해야 할 값: 굴절률이 2배가 된 매질에서 같은 거리 L을 이동하는 시간이다.
주의할 조건: 거리는 같고, 굴절률이 커지면 매질 속 빛의 속도는 작아진다.

사용할 공식

사용 공식은 $v = \frac{c}{n}, t = \frac{L}{v}$이다.
이 공식을 쓰는 이유: 문제는 굴절률 n이 변할 때 빛의 속도 v와 이동 시간 t가 어떻게 바뀌는지를 묻기 때문이다. $v = \frac{c}{n}$이므로 속도는 굴절률에 반비례하고, $t = \frac{L}{v}$이므로 시간은 속도에 반비례한다.

계산 과정

1. 처음 매질에서 빛의 속도를 v라고 두면 $t = \frac{L}{v}$이다.
2. 굴절률이 2배가 되면 $v = \frac{c}{n}$ 관계에 따라 새 속도는 $\frac{v}{2}$가 된다.
3. 새 시간은 $t' = \frac{L}{v/2} = 2\frac{L}{v} = 2t$이다.

선지 판단

1번 X: $\frac{t}{2}$는 시간이 절반으로 줄어든 경우인데, 굴절률이 2배가 되면 속도가 절반이 되므로 시간은 오히려 2배가 된다. 틀린 표현은 "시간이 절반"이고, 올바르게는 "시간이 2배"이다.
2번 X: $\frac{t}{\sqrt{2}}$는 제곱근 비례를 적용한 값인데, 이 문제의 관계는 제곱근이 아니라 단순 반비례이다. 틀린 표현은 "제곱근 비례"이고, 올바르게는 "굴절률이 2배이면 속도는 절반, 시간은 2배"이다.
3번 X: $\sqrt{2}t$도 굴절률과 시간을 제곱근 관계로 본 오답이다. 틀린 표현은 "시간이 $\sqrt{2}$배"이고, 올바르게는 "시간이 2배"이다.
4번 O: 굴절률이 2배이면 빛의 속도는 절반이 되고, 같은 거리 L을 가는 시간은 2배가 되므로 $2t$가 맞다.

NoteBase

오답 포인트

굴절률이 커지면 속도가 작아진다는 점은 알면서도, 시간을 같은 방향으로 줄여 생각하면 틀린다. 이 문항의 함정은 속도와 시간의 반비례 관계를 한 번 더 뒤집지 못하게 만드는 데 있다.

다시 나오면 이렇게 판단

같은 거리를 이동하는 시간 비교 문제는 먼저 $v = \frac{c}{n}$으로 굴절률과 속도의 반비례를 확인하고, 그다음 $t = \frac{L}{v}$로 속도와 시간의 반비례를 연결해 판단한다.

암기 포인트

매질에서 빛은 n이 커질수록 느려지고, 같은 거리의 이동 시간은 그만큼 길어진다.

NoteBase

문 11. 디스크가 정지 상태에서 회전하기 시작하여 각가속도가 일정한 운동을 하고 있다. 회전을 시작한 지 1초 후 각속도가 30 rad/s가 되었다면, 이때까지 디스크가 회전한 각도[rad]는?

① 15

② 20

③ 25

④ 30

정답 1번

출제 포인트

이 문제는 등각가속도 회전에서 초기 각속도와 1초 뒤 각속도를 이용해 회전각을 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 디스크는 정지 상태에서 출발하므로 $\omega_0 = 0$이다. 1초 후 각속도는 $\omega = 30 rad/s$이다. 시간은 $t = 1s$이다.
구해야 할 값: 1초 동안 회전한 각도 θ이다.
주의할 조건: 각가속도는 일정하므로 등각가속도 운동 공식을 적용한다.

사용할 공식

$\theta = \omega_0 t + \frac{1}{2}\alpha t^2$
또는 평균 각속도 $\bar{\omega} = \frac{\omega_0 + \omega}{2}$를 써서 $\theta = \bar{\omega} t$로 구할 수 있다.
이 공식을 쓰는 이유: 문제에서 정지 상태에서 시작하고 각가속도가 일정하다고 했으므로 회전 운동의 등가속도 공식을 그대로 적용할 수 있다.

계산 과정

1. $\omega = \omega_0 + \alpha t$에서 $30 = 0 + \alpha \cdot 1$이므로 $\alpha = 30 rad/s^2$이다.
2. $\theta = \omega_0 t + \frac{1}{2}\alpha t^2$에 대입하면 $\theta = 0 \cdot 1 + \frac{1}{2} \cdot 30 \cdot 1^2$이다.
3. 따라서 $\theta = 15 rad$이다. 같은 결과를 평균 각속도 $\frac{0+30}{2} = 15 rad/s$에 $1s$를 곱해도 얻을 수 있다.

NoteBase

선지 판단

1번: O. 회전각이 $15rad$이므로 정답이다.
2번: X. 틀린 표현은 회전각이 $20rad$라는 값이다. 등각가속도 공식을 적용하면 $\theta = 15rad$이므로 올바르게는 회전각이 $15rad$이다.
3번: X. 틀린 표현은 회전각이 $25rad$라는 값이다. 평균 각속도는 $\frac{0+30}{2} = 15rad/s$이므로 1초 동안의 회전각은 $25rad$가 될 수 없고, 올바르게는 $15rad$이다.
4번: X. 틀린 표현은 회전각이 $30rad$라는 값이다. 이는 1초 후의 각속도 $30rad/s$를 회전각과 혼동한 값이므로 올바르게는 회전각이 $15rad$이다.

오답 포인트

회전각과 각속도를 같은 양으로 보면 4번처럼 최종 각속도 30을 그대로 고르기 쉽다. 또 각가속도가 일정한 운동에서는 순간 각속도가 아니라 평균 각속도로 이동량을 구한다는 점을 놓치면 2번이나 3번 같은 오답을 고르기 쉽다.

다시 나오면 이렇게 판단

등각가속도 회전 문제는 먼저 ω_0, ω, t를 정리한 뒤 $\omega = \omega_0 + \alpha t$로 α를 구하고, 마지막에 $\theta = \omega_0 t + \frac{1}{2}\alpha t^2$ 또는 평균 각속도 공식을 적용해 판단한다.

암기 포인트

정지에서 일정한 각가속도로 출발하면 회전각은 최종 각속도에 시간을 바로 곱하지 않고 평균 각속도 $\frac{\omega_0+\omega}{2}$에 시간을 곱해 구한다.

NoteBase

문 12. 한 회전축에 대해 관성모멘트가 I인 물체가 회전하던 중, 외력이 작용하지 않은 상태에서 형상 변화로 인해 관성모멘트가 $\frac{1}{2}I$가 되었다. 이에 대한 설명으로 옳은 것만을 모두 고르면? (단, 회전 중 마찰 및 공기저항은 무시한다)

ㄱ. 물체의 각운동량은 증가한다.
ㄴ. 물체의 각운동량은 일정하다.
ㄷ. 물체의 회전운동에너지는 2배로 증가한다.
ㄹ. 물체의 회전운동에너지는 4배로 증가한다.

① ㄱ, ㄷ
② ㄱ, ㄹ
③ ㄴ, ㄷ
④ ㄴ, ㄹ

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 외부 토크가 0일 때 각운동량 보존과 회전운동에너지 변화를 식으로 연결하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 한 회전축에 대한 관성모멘트가 처음에 I이고, 형상 변화 뒤 $\frac{1}{2}I$가 된다.
구해야 할 값: ㄱ~ㄹ의 참거짓과 그 조합이다.
주의할 조건: 외력이 작용하지 않고 회전 중 마찰과 공기저항을 무시하므로 외부 토크가 0이라서 각운동량이 보존된다.

사용할 공식

$L = I\omega$
$K = \frac{1}{2}I\omega^2 = \frac{L^2}{2I}$
이 공식을 쓰는 이유: 외부 토크가 0이면 각운동량 L이 일정하고, 회전운동에너지는 I와 ω 또는 보존된 L로 비교할 수 있기 때문이다.

계산 과정

1. 외부 토크가 0이므로 $L_i = L_f$이다.
2. $I\omega = (\frac{1}{2}I)\omega_f$이므로 $\omega_f = 2\omega$이다.
3. 회전운동에너지는 $K_f = \frac{L^2}{2(\frac{1}{2}I)} = \frac{L^2}{I} = 2 \cdot \frac{L^2}{2I} = 2K_i$이므로 2배가 된다.
4. 따라서 ㄱ은 틀리고, ㄴ과 ㄷ은 옳고, ㄹ은 틀리다.

NoteBase

선지별 해설

① X: ①은 ㄱ, ㄷ의 조합이다. ㄷ은 맞지만 ㄱ의 '각운동량은 증가한다'가 틀리다. 외부 토크가 0이면 각운동량은 증가하지 않고 일정하다. 올바르게는 'ㄴ, ㄷ'이다.
② X: ②는 ㄱ, ㄹ의 조합이다. ㄱ은 각운동량이 증가한다고 보아 틀리고, ㄹ은 회전운동에너지가 4배가 된다고 보아 틀리다. I가 절반이면 ω는 2배가 되지만 에너지는 $K=\frac{L^2}{2I}$에 따라 2배만 된다. 올바르게는 'ㄴ, ㄷ'이다.
③ O: ③은 ㄴ, ㄷ의 조합이다. 외부 토크가 없으므로 각운동량은 일정하고, 관성모멘트가 $\frac{1}{2}I$로 줄면 회전운동에너지는 2배가 된다. 제시된 두 판단이 모두 맞다.
④ X: ④는 ㄴ, ㄹ의 조합이다. ㄴ은 맞지만 ㄹ의 '회전운동에너지는 4배로 증가한다'가 틀리다. ω가 2배가 되어도 동시에 I가 절반으로 줄어들므로 $K=\frac{1}{2}I\omega^2$의 결과는 4배가 아니라 2배이다. 올바르게는 'ㄴ, ㄷ'이다.

오답 포인트

각속도가 2배가 되면 에너지가 무조건 4배라고 바로 결론내리기 쉽다. 이 문항은 ω만 보지 말고 I도 함께 바뀐다는 점을 묻는다. 또 외력이 없다는 표현을 외부 토크가 0이라는 조건으로 연결하지 못하면 ㄱ과 ㄴ을 뒤집기 쉽다.

다시 나오면 이렇게 판단

회전계에서 '외력이 없고 형상이 변한다'는 조건이 나오면 먼저 각운동량 보존 $L=I\omega$를 확인한다. 그다음 바뀐 I로 ω를 비교하고, 에너지는 $K=\frac{L^2}{2I}$ 또는 $K=\frac{1}{2}I\omega^2$로 다시 계산해서 판정한다.

암기 포인트

외부 토크 0이면 각운동량은 보존되고, 같은 L에서 K는 I에 반비례한다.

NoteBase

문 13. 질량 m인 추가 각도가 θ인 마찰이 없는 경사면에서 질량이 없는 용수철에 매달려 있다. 추가 평형상태에 도달했을 때 용수철의 길이는 l이고 용수철 상수는 k이다. 추를 평형점에서 경사면을 따라 약간 당겼다가 놓았더니 진동운동을 하였다. 이때 추가 진동하는 주기는? (단, g는 중력가속도이며, 추가 진동할 때의 에너지 손실은 무시한다)

① $T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$
② $T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$
③ $T = 2\pi\sqrt{\frac{m\sin\theta}{k}}$
④ $T = 2\pi\sqrt{\frac{l\sin\theta}{g}}$

정답 1번

출제 포인트

이 문제는 경사면 위 용수철-질점계의 작은 진동에서 중력은 평형 위치만 바꾸고 주기는 k와 m으로만 정해진다는 점을 묻는 문제이다.

조건 정리

주어진 값은 질량 m, 경사각 θ, 용수철 상수 k, 평형상태에서의 용수철 길이 l이다. 구해야 할 값은 평형점 부근에서의 작은 진동 주기 T이다. l, θ, g는 평형 위치를 정하는 데는 쓰이지만 주기 자체를 정하지는 않는다.

사용할 공식

평형점에서의 변위를 x라 두면 복원력은 $-kx$이므로 운동방정식은 $m\ddot{x} = -kx$이다. 따라서 각진동수는 $\omega = \sqrt{k/m}$, 주기는 $T = 2\pi\sqrt{m/k}$이다. 이 공식을 쓰는 이유는 추를 평형점에서 조금만 당겼다가 놓으면 경사면 방향 중력 성분 $mg\sin\theta$는 평형점에서 용수철 힘과 상쇄되고, 추가 변위에 대해서는 용수철의 선형 복원력만 남기 때문이다.

계산 과정

1. 평형상태에서는 용수철의 평형 신장량을 Δl라 하면 $k\Delta l = mg\sin\theta$가 성립한다.
2. 평형점에서 경사면을 따라 x만큼 더 변위시키면 경사면 방향 알짜힘은 $-kx$만 남는다.
3. 따라서 $m\ddot{x} = -kx$이므로 단순조화운동을 하고, $\omega = \sqrt{k/m}$, $T = \frac{2\pi}{\omega} = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$이다.

NoteBase

선지 판단

1번: O. 평형점 부근 운동은 $m\ddot{x} = -kx$인 단순조화운동이므로 주기는 $T = 2\pi\sqrt{m/k}$이다.
2번: X. $2\pi\sqrt{l/g}$는 길이 l인 단진자의 주기 형태이고, 이 문제는 진자가 아니라 용수철 진동이다. 틀린 표현은 주기를 l과 g로 정한 부분이다. 올바르게는 $T = 2\pi\sqrt{m/k}$이다.
3번: X. $\sin\theta$는 정적 평형식 $k\Delta l = mg\sin\theta$에는 들어가지만 작은 진동의 주기식에는 들어가지 않는다. 틀린 표현은 주기에 $\sin\theta$를 포함시킨 부분이다. 올바르게는 $T = 2\pi\sqrt{m/k}$이다.
4번: X. $l\sin\theta/g$ 형태는 진자나 경사면 기하를 억지로 주기식에 넣은 경우인데, 이 계의 주기는 평형 길이 l과 무관하다. 틀린 표현은 주기를 l, θ, g로 정한 부분이다. 올바르게는 $T = 2\pi\sqrt{m/k}$이다.

오답 포인트

평형조건 $k\Delta l = mg\sin\theta$와 진동 주기 공식을 섞으면 틀리기 쉽다. θ와 g가 보이면 경사면 힘평형을 먼저 떠올리지만, 주기는 평형점에서의 추가 변위에 대한 복원력 기울기만으로 결정된다는 점이 함정이다.

다시 나오면 이렇게 판단

용수철 진동 문제는 먼저 평형점을 잡고, 그 점에서의 작은 변위를 변수로 다시 운동방정식을 세운다. 그때 알짜힘이 $-kx$ 꼴이면 주기는 바로 $2\pi\sqrt{m/k}$로 판단할 수 있다.

암기 포인트

중력은 용수철의 평형 위치를 바꾸고, 주기는 $T = 2\pi\sqrt{m/k}$로 그대로 남는다.

NoteBase

문 14. 공기 중에서 단색광이 정삼각형 모양 매질의 한 면에 수직 입사하여 매질 내부를 진행한 후 다른 한 면에 도달할 때, 임계각으로 전반사한다. 이 매질의 굴절률은? (단, 공기의 굴절률은 1이다)

① $\frac{\sqrt{3}}{2}$
② $\frac{2}{\sqrt{3}}$
③ $\frac{1}{2}$
④ 2

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 정삼각형 매질 내부에서 두 번째 면에 도달할 때의 입사각을 구한 뒤, 임계각 조건으로 굴절률을 계산하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 빛은 한 면에 수직 입사하므로 첫 번째 면에서는 꺾이지 않고 법선 방향으로 진행한다.
구해야 할 값: 매질의 굴절률 n이다.
주의할 조건: 정삼각형의 두 면이 이루는 각은 $60\,^\circ$이다. 빛은 첫 번째 면의 법선을 따라 진행하므로, 두 번째 면에서의 입사각은 이 진행 방향과 두 번째 면 법선이 이루는 각이다. 첫 번째 면에 수직인 진행 방향과 두 번째 면의 법선이 이루는 각이 $60\,^\circ$이므로 두 번째 면에서의 입사각이 곧 $60\,^\circ$이다. 다만 두 면의 안쪽 법선끼리는 $120\,^\circ$를 이루므로, 어느 방향 법선과의 각을 재는지에 주의한다.

사용할 공식

임계각 공식은 $\sin\theta_c = \frac{n_2}{n_1}$이다.
이 문제에서는 빛이 매질 n에서 공기 1로 나가려다 임계각으로 전반사하므로 $\sin\theta_c = \frac{1}{n}$을 사용한다.

계산 과정

1. 첫 번째 면에 수직 입사하므로 매질 내부의 진행 방향은 첫 번째 면의 법선과 같다.
2. 입사각이 $60\,^\circ$임을 기하로 도출한다. 정삼각형의 한 내각은 $60\,^\circ$이므로 빛이 들어온 첫 번째 면과 빛이 도달하는 두 번째 면이 이루는 각도 $60\,^\circ$이다. 법선은 면에 수직이므로, 첫 번째 면의 법선(곧 진행 방향)이 두 번째 면과 이루는 각은 $90\,^\circ - 60\,^\circ = 30\,^\circ$이다. 다시 두 번째 면의 법선은 그 면에 수직이므로, 진행 방향이 두 번째 면의 법선과 이루는 각은 $90\,^\circ - 30\,^\circ = 60\,^\circ$이다.
3. 따라서 두 번째 면에서의 입사각은 $\theta_c = 60\,^\circ$이다.
4. 임계각 조건을 대입하면 $\sin 60\,^\circ = \frac{1}{n}$이다.
5. $\frac{\sqrt{3}}{2} = \frac{1}{n}$이므로 $n = \frac{2}{\sqrt{3}}$이다.

NoteBase

선지 판단

1번 X: $\frac{\sqrt{3}}{2}$는 $\sin 60^\circ$ 값 자체이다. 이 문제는 굴절률 n을 묻고 있으므로 역수를 취해야 한다. 틀린 표현은 값 자체를 굴절률로 본 점이고, 올바르게는 $n = \frac{2}{\sqrt{3}}$이다.
2번 O: 임계각이 60°이므로 $\sin 60^\circ = \frac{1}{n}$, 따라서 $n = \frac{2}{\sqrt{3}}$가 된다.
3번 X: $\frac{1}{2}$는 $\sin 30^\circ$ 값이다. 입사각을 30°로 잘못 본 실수에서 나온다. 틀린 표현은 두 번째 면의 입사각을 30°로 본 점이고, 올바르게는 입사각이 60°이다.
4번 X: 2는 $\sin 30^\circ = \frac{1}{n}$처럼 잘못 두거나 역수 처리만 과도하게 적용했을 때 나올 수 있는 값이다. 틀린 표현은 임계각을 잘못 잡은 점이고, 올바르게는 $n = \frac{2}{\sqrt{3}}$이다.

오답 포인트

정삼각형의 면이 이루는 각 60°와 빛의 진행 방향이 이루는 각 30°를 보고 곧바로 입사각도 30°라고 착각하기 쉽다. 입사각은 면이 아니라 법선 기준으로 재야 하므로 실제 입사각은 60°이다.

다시 나오면 이렇게 판단

프리즘이나 다면체 내부 진행 문제는 먼저 빛이 각 면의 법선과 이루는 각을 잡고, 그다음 임계각이나 스넬의 법칙을 적용하는 순서로 판단한다. 면과의 각이 아니라 법선과의 각을 끝까지 유지하면 실수를 줄일 수 있다.

암기 포인트

전반사 문항은 $\sin\theta_c = \frac{n_2}{n_1}$이고, 입사각은 항상 법선 기준이라는 점이 핵심이다.

NoteBase

문 15. 정지질량이 같은 두 입자 A, B가 각각 $v_A = \frac{\sqrt{3}}{2}c$, $v_B = \frac{2\sqrt{2}}{3}c$의 속력으로 등속 운동할 때, 두 입자의 상대론적 운동에너지는 각각 K_A, K_B이다. 이때 $\frac{K_A}{K_B}$는? (단, c는 빛의 속력이다)

① $\frac{1}{\sqrt{3}}$
② $\frac{1}{2}$
③ $\frac{\sqrt{2}}{2}$
④ $\frac{\sqrt{3}}{2}$

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 상대론적 운동에너지 공식 $K = (\gamma - 1)mc^2$와 $\gamma = \frac{1}{\sqrt{1 - v^2/c^2}}$를 이용해 두 입자의 운동에너지 비를 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 입자 A의 속력은 $v_A = \frac{\sqrt{3}}{2}c$, 입자 B의 속력은 $v_B = \frac{2\sqrt{2}}{3}c$이다. 두 입자의 정지질량은 같다.
구해야 할 값: $\frac{K_A}{K_B}$이다.
주의할 조건: 문제의 '상대론적 운동에너지'는 상대속도에서 본 에너지가 아니라 각 입자의 운동에너지 K를 뜻한다.

사용할 공식

$K = (\gamma - 1)mc^2$, $\gamma = \frac{1}{\sqrt{1 - v^2/c^2}}$이다.
이 공식을 쓰는 이유: 속력이 빛의 속력 c에 비교될 정도로 큰 입자의 운동에너지를 묻고 있으므로 고전식 $\frac{1}{2}mv^2$가 아니라 상대론적 운동에너지 공식을 써야 한다.

계산 과정

1. 입자 A에 대해 $\frac{v_A^2}{c^2} = \frac{3}{4}$이므로 $\gamma_A = \frac{1}{\sqrt{1 - 3/4}} = \frac{1}{\sqrt{1/4}} = 2$이다. 따라서 $K_A = (2 - 1)mc^2 = mc^2$이다.
2. 입자 B에 대해 $\frac{v_B^2}{c^2} = \frac{8}{9}$이므로 $\gamma_B = \frac{1}{\sqrt{1 - 8/9}} = \frac{1}{\sqrt{1/9}} = 3$이다. 따라서 $K_B = (3 - 1)mc^2 = 2mc^2$이다.
3. 따라서 $\frac{K_A}{K_B} = \frac{mc^2}{2mc^2} = \frac{1}{2}$이다.

NoteBase

선지별 해설

① X: 계산 결과 $\frac{K_A}{K_B}=\frac{1}{2}$이므로 $\frac{1}{\sqrt{3}}$는 맞지 않는다. 틀린 표현은 운동에너지의 비가 $\frac{1}{\sqrt{3}}$라는 부분이며, 올바르게는 $\frac{K_A}{K_B}=\frac{1}{2}$이다.
② O: $K_A=mc^2$, $K_B=2mc^2$이므로 $\frac{K_A}{K_B}=\frac{1}{2}$가 된다. 계산 결과와 일치하므로 옳다.
③ X: $\frac{\sqrt{2}}{2}$는 계산값과 다르다. 틀린 표현은 운동에너지의 비를 속력 계수처럼 처리한 부분이며, 올바르게는 $\frac{K_A}{K_B}=\frac{1}{2}$이다.
④ X: $\frac{\sqrt{3}}{2}$는 입자 A의 속력 계수와 비슷한 형태일 뿐 운동에너지 비가 아니다. 틀린 표현은 운동에너지의 비가 $\frac{\sqrt{3}}{2}$라는 부분이며, 올바르게는 $\frac{K_A}{K_B}=\frac{1}{2}$이다.

오답 포인트

속력의 비와 운동에너지의 비를 혼동하기 쉽다. 또한 K를 γmc^2와 혼동해 γ 자체의 비를 구하거나, 상대론 문제인데도 고전식 $\frac{1}{2}mv^2$를 적용하는 실수가 자주 나온다.

다시 나오면 이렇게 판단

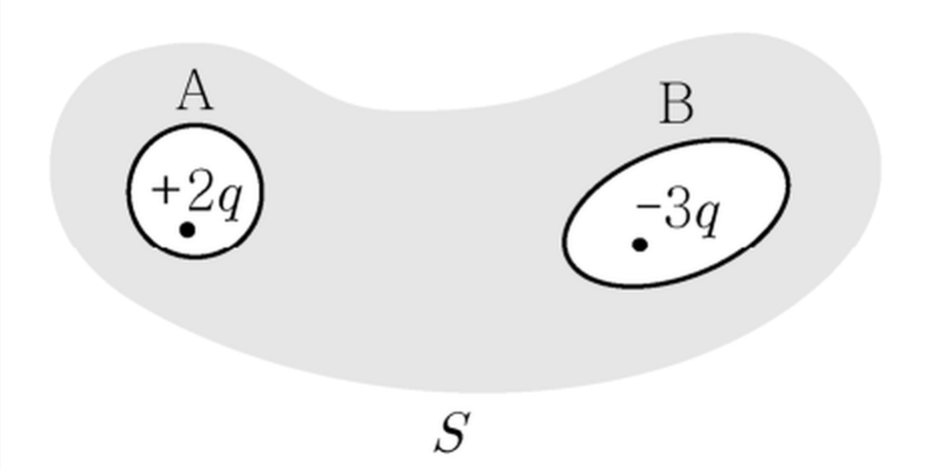
상대론 계산형 문제는 먼저 v^2/c^2를 간단한 분수로 정리하고, 그다음 γ를 구한 뒤 마지막에 $K=(\gamma-1)mc^2$를 적용해 비교하면 된다. 질량이 같으면 마지막 비에서 mc^2가 소거되는지도 함께 확인하면 된다.

암기 포인트

상대론적 운동에너지는 γmc^2가 아니라 $(\gamma-1)mc^2$이며, 비를 구할 때도 먼저 γ에서 1을 빼야 한다.

NoteBase

문 16. 그림과 같이 전기적으로 중성인 고립된 도체 속 빈 공간 A와 B에 각각 점전하 +2q와 -3q를 넣었다. 도체 바깥 표면 S에 대전된 전하량은?



① +2q

② +q

③ 0

④ -q

정답 4번

출제 포인트

전기적으로 중성인 고립 도체에서 각 공동의 안쪽 표면에는 내부 점전하의 반대부호 전하가 유도되고, 남는 전하는 바깥 표면으로 가는지를 묻는 문제이다.

선지별 해설

① X: 바깥 표면 전하를 $+2q$로 보면 도체 자체의 총전하가 $+3q$가 되어 중성 조건이 깨진다. 틀린 표현은 바깥 표면이 공동 A의 내부 전하만 따라간다고 본 점이다. 올바르게는 두 공동의 안쪽 표면 유도전하를 모두 합한 뒤 중성 조건으로 S의 전하를 정한다.

② X: 바깥 표면 전하를 $+q$로 보면 도체 전체 전하가 $+2q$가 된다. 틀린 표현은 안쪽 표면 총전하가 $-q$라고 본 점이다. 올바르게는 안쪽 표면 총전하는 $-2q + 3q = +q$이고, 따라서 바깥 표면은 $-q$이다.

③ X: 바깥 표면 전하를 0으로 두면 안쪽 표면에 이미 $+q$가 남아 있어 도체 전체가 중성이 아니다. 틀린 표현은 바깥 표면에 항상 전하가 없다고 본 점이다. 올바르게는 공동 내부 전하들의 합이 0이 아닐 때 바깥 표면에도 그 반대만큼 전하가 분포한다.

④ O: 공동 A의 안쪽 표면에는 $-2q$, 공동 B의 안쪽 표면에는 $+3q$가 유도된다. 안쪽 표면 총전하가 $+q$이므로, 중성인 도체의 바깥 표면 S에는 $-q$가 대전된다.

NoteBase

오답 포인트

한 공동씩 따로 보고 끝내면 ①이나 ②로 끌리기 쉽다. 이 문항의 함정은 바깥 표면 전하를 각 공동과 직접 연결하는 데 있다. 실제로는 각 공동의 안쪽 표면 전하를 먼저 구한 뒤, 그 합을 도체 전체 중성 조건과 맞춰야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

공동이 있는 중성 도체 문제는 먼저 각 공동의 안쪽 표면 전하를 내부 전하의 반대부호로 적고, 그 안쪽 표면 전하들의 총합에 부호를 반대로 바꾸어 바깥 표면 전하를 정하면 된다.

암기 포인트

공동 안쪽 표면은 내부 전하의 반대부호, 바깥 표면은 도체 전체 중성을 맞추는 나머지 전하이다.

NoteBase

문 17. 전체 질량이 우주복과 산소통을 포함하여 100kg인 우주 비행사가 우주 유영을 하다가, 우주선에서 L 만큼 떨어진 거리에서 우주선에 묶여 있는 밧줄을 놓쳐 우주선에 대해 정지한 상태가 되었다. 우주 비행사가 우주선으로 되돌아가기 위해 질량 20kg의 산소통을 우주선의 반대 방향으로 던졌더니 산소통과 본인의 상대속도가 10m/s였다. 우주 비행사가 우주선으로 돌아갈 때까지 걸린 시간이 1분이라면 L[m]은?

① 60

② 80

③ 100

④ 120

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 운동량 보존과 상대속도를 이용해 우주 비행사의 귀환 속도와 거리 L을 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 초기 총질량 100 kg, 던진 산소통 20 kg, 던진 뒤 우주 비행사 질량 80 kg, 산소통과 본인의 상대속도 10m/s, 귀환 시간 1분이다.
구해야 할 값: 우주선까지의 거리 L이다.
주의할 조건: 처음에는 우주선에 대해 정지 상태이므로 총운동량은 0이고, 상대속도 10m/s는 산소통 속도와 비행사 속도의 합이다.

사용할 공식

운동량 보존은 $80v = 20u$이다. 여기서 v는 비행사의 우주선 방향 속도, u는 산소통의 반대 방향 속도이다.
상대속도 조건은 $u + v = 10$이다.
이 공식을 쓰는 이유는 외력이 없으므로 던지기 전후 총운동량이 보존되고, 문제에서 준 10m/s는 산소통과 비행사 사이의 상대속도이기 때문이다.

계산 과정

1. 운동량 보존에서 $20u = 80v$이므로 $u = 4v$이다.
2. 상대속도 식 $u + v = 10$에 대입하면 $4v + v = 10$이므로 $v = 2m/s$이다.
3. 1분은 60초이므로 $L = vt = 2 \times 60 = 120m$이다.

NoteBase

선지 판단

1번 X: 60m는 상대속도 10m/s를 비행사의 실제 속도로 잘못 본 값이다. 올바르게는 비행사 속도는 $2m/s$이고 $L = 120m$이다.
2번 X: 80m는 산소통과 비행사의 질량비를 반영하지 않고 속도를 잘못 나눈 값이다. 운동량 보존을 적용하면 올바르게는 $L = 120m$이다.
3번 X: 100m는 시간이나 속도 조건을 임의로 잘못 적용한 값이다. 상대속도와 실제 이동속도를 구분하면 올바르게는 $L = 120m$이다.
4번 O: 운동량 보존과 상대속도 조건을 함께 쓰면 비행사 속도는 $2m/s$이고 60초 동안 이동거리는 $120m$이므로 맞다.

오답 포인트

상대속도 10m/s를 비행사의 절대속도로 착각하면 60m가 나온다. 또 던진 뒤 비행사의 질량이 80 kg으로 줄어든다는 점을 놓치면 산소통과 비행사의 속도비 4 : 1을 세우지 못한다.

다시 나오면 이렇게 판단

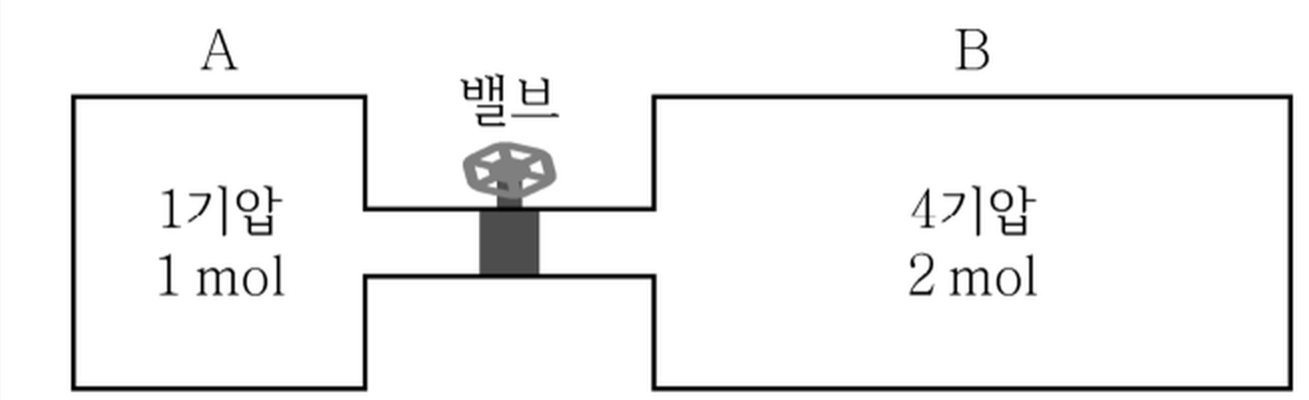
우주 공간에서 물체를 던져 이동하는 문제는 먼저 분리 뒤 각 물체의 질량을 정리하고, 다음에 운동량 보존으로 속도비를 세운 뒤, 마지막에 상대속도 조건을 넣어 실제 이동속도를 구하면 된다.

암기 포인트

정지 상태에서 두 물체가 분리되면 총운동량은 0으로 보존되고, 상대속도는 두 물체의 실제 속도 차이로 해석한다.

NoteBase

문 18. 그림과 같이 부피가 각각 V, $2V$인 단열 용기 A, B에 단원자 이상기체가 각각 1 mol, 2 mol이 들어있으며 각 용기의 압력은 1기압, 4기압이고, A용기 내부 기체의 온도는 $T[K]$이다. 두 용기 사이의 밸브를 열어 평형상태가 되었을 때, 기체의 온도는?



① T

② $2T$

③ $3T$

④ $4T$

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 단열된 강체 전체계에서 이상기체의 총 내부에너지가 보존된다는 점과 상태방정식을 이용해 평형 온도를 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: A는 부피 V, 압력 1기압, 1 mol, 온도 T이다. B는 부피 $2V$, 압력 4기압, 2 mol이다.
구해야 할 값: 밸브를 연 뒤 두 용기의 공통 평형온도이다.
주의할 조건: 두 용기는 단열되고 전체 부피는 $3V$로 고정된다. 단원자 이상기체이므로 내부에너지는 $U=\frac{3}{2}nRT$이다.

사용할 공식

$PV=nRT,\qquad U=\frac{3}{2}nRT$

이 공식을 쓰는 이유: 전체계가 단열이고 용기들이 강체라 외부에 한 일이 없으므로 총 내부에너지가 보존된다. 이상기체의 내부에너지는 온도만의 함수이므로 각 용기의 초기 온도를 구한 뒤 총 내부에너지를 비교하면 최종 온도를 구할 수 있다.

NoteBase

계산 과정

1. A 용기에서 $PV = nRT$이므로 1기압· V=RT이다. 따라서 $\frac{V}{R} = T$라는 기준을 잡을 수 있다.
2. B 용기의 초기 온도는 T_B=(P_BV_B)/(n_BR)=(4기압)(2V)2R=4T이다.
3. 초기 총 내부에너지는 $U_i = \frac{3}{2}R(1 \cdot T + 2 \cdot 4T) = \frac{3}{2}R(9T) = \frac{27}{2}RT$이다.
4. 최종 상태에서 총 몰수는 3 mol이므로 $U_f = \frac{3}{2}(3)RT_f = \frac{9}{2}RT_f$이다.
5. 내부에너지 보존 $U_i = U_f$를 적용하면 $\frac{27}{2}RT = \frac{9}{2}RT_f$이고, 따라서 $T_f = 3T$이다.

선지별 해설

① X: 최종 온도가 T이려면 B 용기의 높은 초기 내부에너지가 반영되지 않아야 한다. 실제로는 B가 $4T$에서 시작하므로 전체 평균 에너지가 더 크다. 틀린 표현은 "최종 온도가 T"이고, 올바르게는 "최종 온도는 $3T$"이다.
② X: $2T$는 온도를 단순 평균할 때 떠올리기 쉬운 값이지만, 이 문제에서 보존되는 것은 온도 자체가 아니라 총 내부에너지이다. 틀린 표현은 "최종 온도가 $2T$"이고, 올바르게는 "단원자 이상기체의 총 내부에너지 보존으로 구한 최종 온도는 $3T$"이다.
③ O: B 용기의 초기 온도는 $4T$, 총 몰수는 3 mol이므로 총 내부에너지 보존에서 $T_f = 3T$가 나온다. 계산 결과와 일치하므로 옳다.
④ X: $4T$는 B 용기의 초기 온도일 뿐 최종 평형온도는 아니다. 밸브를 열면 저온의 A와 에너지를 주고받아 B의 온도는 내려간다. 틀린 표현은 "최종 온도가 $4T$"이고, 올바르게는 "B의 초기 온도만 $4T$이고 최종 온도는 $3T$"이다.

오답 포인트

이 문항은 밸브를 열었다는 사실 때문에 압력평형만 떠올리거나 온도를 단순 산술평균하는 실수가 자주 나온다. 강체 단열계에서는 먼저 총 내부에너지 보존을 세워야 한다는 점이 핵심 함정이다.

다시 나오면 이렇게 판단

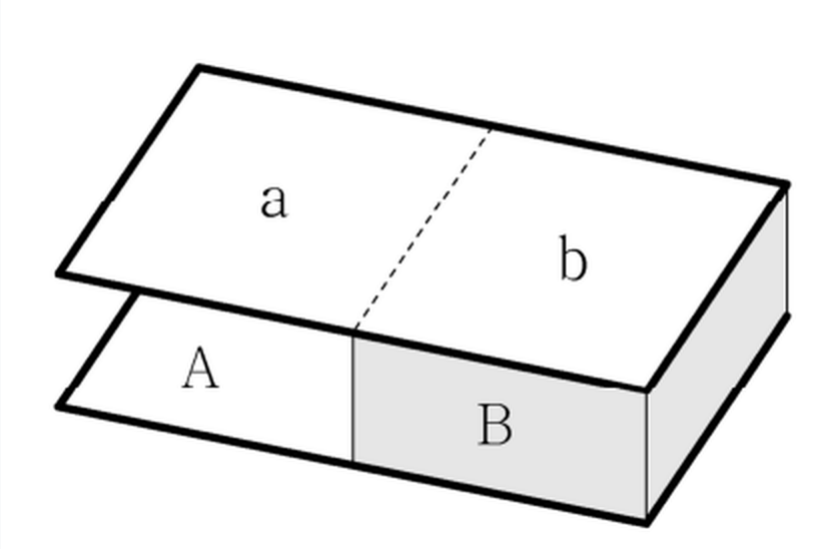
단열된 여러 용기가 연결되는 이상기체 문제는 각 용기의 초기 온도를 상태방정식으로 먼저 구한 뒤, 같은 기체이면 $U \propto nT$를 이용해 총 내부에너지 보존으로 최종 온도를 판단한다.

암기 포인트

단원자 이상기체의 단열 혼합 평형온도는 $U = \frac{3}{2}nRT$ 보존이므로 $T_f = \frac{\sum n_i T_i}{\sum n_i}$로 정리된다.

NoteBase

문 19. 그림과 같이 두 장의 도체판으로 평행판 축전기를 구성하고 사이 공간의 절반만큼에 유전율이 ε인 유전체를 삽입하였다. 축전기 내부에서 진공의 영역을 A, 유전체가 채워진 영역을 B라 하고, A에 접한 도체판의 면은 a, B에 접한 도체판의 면은 b이다. 이 축전기를 전위차 V로 대전하였을 때, 이에 대한 설명으로 옳은 것은? (단, ε은 진공의 유전율보다 크다)



① A의 전기장이 B의 전기장보다 크기가 작다.

② b가 a보다 전하 밀도가 더 높다.

③ 축전기에서 유전체를 제거하면 축전기의 용량은 증가한다.

④ 축전기에 작용하는 전위차를 2배로 증가시키면 축전기에 저장된 에너지도 2배로 커진다.

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 반쪽 면적에만 유전체가 삽입된 평행판 축전기를 같은 전위차를 공유하는 두 병렬 축전기로 보고, 전기장·표면전하밀도·용량·저장 에너지의 관계를 판단하는 문제이다.

NoteBase

선지별 해설

1번: X. 틀린 표현은 'A의 전기장이 B의 전기장보다 크기가 작다'이다. A와 B는 같은 두 도체판 사이에 병렬로 놓여 두 영역 모두 전위차가 V, 판 간격이 d이므로 $E_A = V/d$, $E_B = V/d$로 전기장 크기는 같다. 올바르게는 'A와 B의 전기장 크기는 같다'이다.
2번: O. 도체판 면 a에서는 $\sigma_a = \varepsilon_0 E$, 면 b에서는 $\sigma_b = \varepsilon E$이다. 두 영역의 전기장 E는 같고 $\varepsilon > \varepsilon_0$이므로 $\sigma_b > \sigma_a$가 된다. 따라서 b가 a보다 전하 밀도가 더 높다는 설명이 옳다.
3번: X. 틀린 표현은 '유전체를 제거하면 축전기의 용량은 증가한다'이다. 이 축전기의 전체 용량은 $C = C_A + C_B = \varepsilon_0 A/(2d) + \varepsilon A/(2d)$이며 $\varepsilon > \varepsilon_0$이므로 유전체가 있을 때가 더 크다. 유전체를 제거하면 B 영역도 진공이 되어 전체 용량은 감소한다. 올바르게는 '유전체를 제거하면 축전기의 용량은 감소한다'이다.
4번: X. 틀린 표현은 '전위차를 2배로 증가시키면 저장된 에너지도 2배로 커진다'이다. 축전기의 저장 에너지는 U=12 CV^2이므로 V를 2배로 하면 에너지는 4배가 된다. 올바르게는 '전위차를 2배로 증가시키면 저장된 에너지는 4배로 커진다'이다.

오답 포인트

유전체가 들어간 영역은 전기장이 더 약할 것이라고 바로 생각하면 1번에서 틀리기 쉽다. 이 문항은 두 영역이 직렬이 아니라 병렬이라는 점이 함정이며, 고정되는 것은 두 영역의 전위차이고 그 결과 전기장은 같고 전하밀도만 달라진다. 또 고정 전위차 조건에서 에너지가 V^2에 비례한다는 점을 놓치면 4번을 잘못 고르기 쉽다.

다시 나오면 이렇게 판단

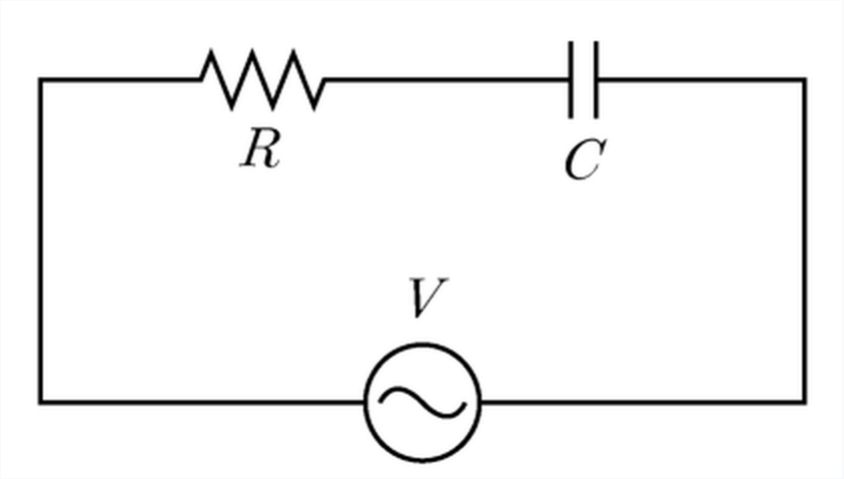
유전체가 일부만 채워진 평행판 축전기는 먼저 영역들이 같은 두 도체판을 공유하는지 확인한다. 같은 판을 공유하면 병렬로 보고 각 영역의 전위차를 같게 둔 뒤, 전기장은 $E = V/d$, 표면전하밀도는 $\sigma = \varepsilon E$, 용량은 각 영역의 합, 에너지는 U=12 CV^2 순서로 판단한다.

암기 포인트

반면적 유전체 삽입은 병렬 축전기이며 전기장은 같고 σ와 용량은 유전율이 큰 쪽이 더 크다.

NoteBase

문 20. 그림은 교류 전원에 저항 R과 축전기 C가 직렬로 연결된 회로를 나타낸 것이다. 교류 전원의 전압은 진폭을 일정하게 유지하며 진동수만 변화시킨다. 어떤 진동수에서 R과 C에 걸린 최대 전압은 각각 V_R과 V_C이다. 이에 대한 설명으로 옳은 것은?



① V_C는 진동수가 증가할수록 감소한다.

② V_R는 진동수와 관계없이 항상 일정하다.

③ V_R과 V_C는 진동수와 무관하게 항상 같다.

④ 어떤 진동수에서 전류가 최대로 흐를 때 축전기의 전하량은 최대이다.

정답 1번

출제 포인트

이 문제는 RC 직렬회로에서 진동수가 변할 때 용량 리액턴스, 전류, 저항 양단 전압, 축전기 양단 전압이 어떻게 바뀌는지를 묻는 문제이다.

핵심 개념

용량 리액턴스는 $X_C = \frac{1}{\omega C}$이므로 진동수 f가 커지면 $\omega = 2\pi f$가 커지고 X_C는 작아진다. 전체 임피던스는 $Z = \sqrt{R^2 + X_C^2}$이므로 전류는 $I = \frac{V}{Z}$로 증가한다. 따라서 $V_R = IR$는 증가하고, $V_C = IX_C = \frac{VX_C}{\sqrt{R^2 + X_C^2}}$는 감소한다.

NoteBase

선지별 해설

1번 O: V_C는 $\frac{VX_C}{\sqrt{R^2+X_C^2}}$이고, 진동수가 증가하면 X_C가 감소하므로 함께 감소한다. 따라서 옳은 설명이다.
2번 X: $V_R = IR = \frac{VR}{\sqrt{R^2+X_C^2}}$이므로 진동수와 무관하게 일정하지 않다. 진동수가 커질수록 전류가 증가하여 V_R도 증가한다. 틀린 표현은 '항상 일정하다'이고, 올바르게는 '진동수가 증가할수록 증가한다'이다.
3번 X: V_R와 V_C는 일반적으로 같지 않다. 두 값이 같아지는 것은 $R = X_C$인 특정 경우뿐이다. 틀린 표현은 '항상 같다'이고, 올바르게는 '진동수에 따라 달라지며 특정 진동수에서만 같을 수 있다'이다.
4번 X: 축전기의 최대 전하량은 $Q_{\max} = CV_C$이다. 전류가 클수록 V_C는 작아지므로 전하량도 커지지 않는다. RC 직렬회로는 공진회로가 아니어서 진동수를 높일수록 전류는 커지고 축전기의 전하량은 오히려 감소한다. 틀린 표현은 '최대이다'이고, 올바르게는 '작아진다'이다.

오답 포인트

교류 회로에서 전압 분배를 직류처럼 고정값으로 생각하면 2번과 3번에서 흔들린다. 특히 '전류가 커지면 축전기의 전하도 커진다'라고 연상하면 4번을 고르게 되는데, 축전기 전하량은 전류가 아니라 V_C에 비례한다는 점이 함정이다.

다시 나오면 이렇게 판단

RC 직렬회로에서 진동수가 바뀌면 먼저 $X_C = \frac{1}{\omega C}$의 변화 방향을 본다. 그다음 임피던스와 전류 변화를 판단하고, 마지막에 $V_R = IR$, $V_C = IX_C$, $Q_{\max} = CV_C$ 순서로 연결하면 선지를 빠르게 가를 수 있다.

암기 포인트

RC 직렬회로는 진동수 증가 $\rightarrow X_C$ 감소 $\rightarrow I$ 증가 $\rightarrow V_R$ 증가, V_C와 축전기 전하량 감소이다.

NoteBase