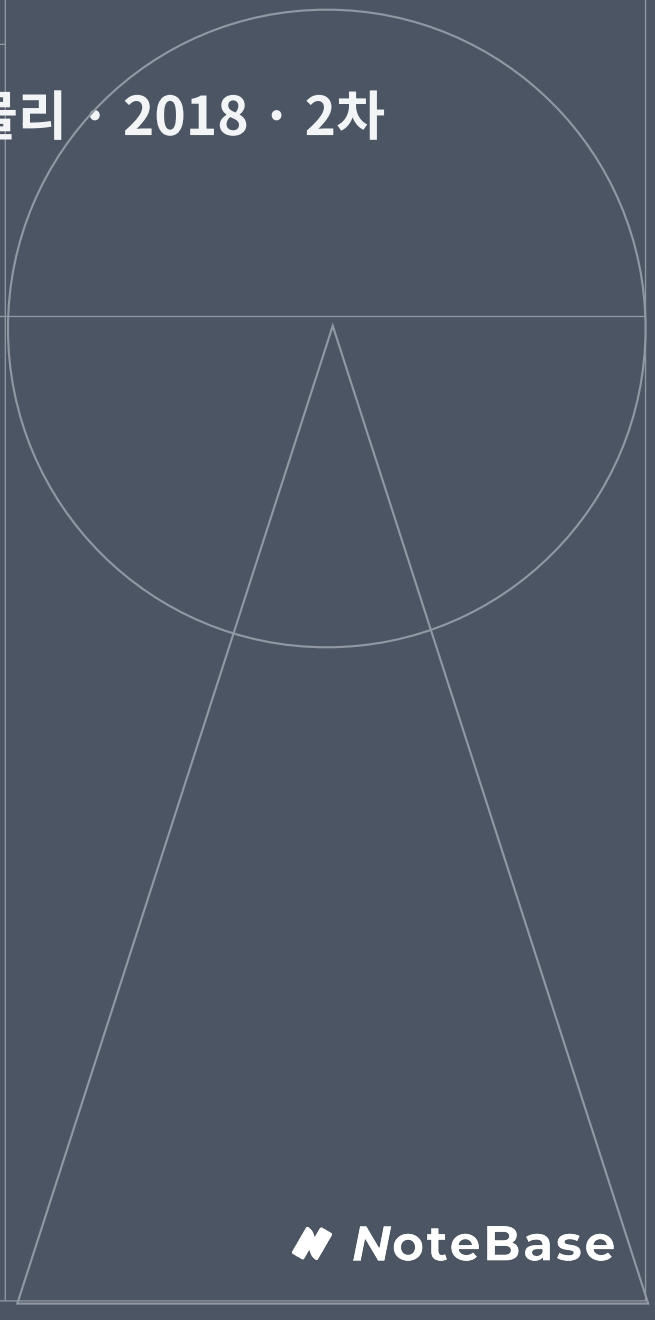
기출OX 해설집

공무원/해경/일반직 9급 · 물리 · 2018 · 2차



NoteBase

기출OX 해설집

공무원/해경/일반직 9급 · 물리 · 2018 · 2차

공무원/해경/일반직 9급 · 물리 · 2018 · 2차

문 1. 얼음을 알루미늄 호일로 싸는 것보다 담요로 싸면 잘 녹지 않는다. 〈보기〉 중 이 현상에 대한 옳은 설명을 가장 잘 고른 것은?

ㄱ. 감자를 삶을 때 쇠젓가락을 꽂아 놓으면 감자가 더 빨리 익는다.
ㄴ. 방에 난로를 피우면 난로에서 먼 곳에 있는 공기도 따뜻해진다.
ㄷ. 추운 날 밖에 놓여 있는 의자에 앉을 때, 철로 만든 의자보다는 나무 의자에 앉을 때 훨씬 덜 차갑게 느낀다.

① ㄱ, ㄴ
② ㄱ, ㄷ
③ ㄴ, ㄷ
④ ㄱ, ㄴ, ㄷ

정답 2번

출제 포인트

열전도율이 다른 물질에서 전도에 의한 열의 이동 속도가 어떻게 달라지는지를 묻는 문제이다.

핵심 개념

열전도는 물질 자체의 이동 없이 이웃한 입자 사이에서 열이 전달되는 현상이다. 금속은 열전도율이 커서 열을 빠르게 전달하고, 담요·나무·공기층은 열전도율이 작아 열의 이동을 늦춘다. 따라서 담요는 바깥의 열이 얼음으로 전달되는 것을 억제하여 얼음이 천천히 녹게 한다. 대류는 액체나 기체가 실제로 이동하면서 열을 전달하는 현상으로, 열전도와 구별된다.

NoteBase

선지별 해설

① X — ㄱ은 맞지만 ㄴ은 대류 현상이므로 담요의 낮은 열전도율로 설명되는 현상과 다르다. 틀린 조합 'ㄱ, ㄴ'은 'ㄱ, ㄷ'으로 고쳐야 한다.
② O — ㄱ에서는 쇠젓가락이 열을 감자 내부로 빠르게 전도하고, ㄷ에서는 열전도율이 낮은 나무가 몸의 열을 덜 빠르게 빼앗는다. 두 현상 모두 물질에 따른 열전도 속도의 차이로 설명된다.
③ X — ㄷ은 맞지만 ㄴ은 난로로 데워진 공기가 이동하며 방의 다른 공기를 따뜻하게 하는 대류이다. 또한 같은 열전도 원리인 ㄱ이 빠져 있다. 틀린 조합 'ㄴ, ㄷ'은 'ㄱ, ㄷ'으로 고쳐야 한다.
④ X — ㄱ과 ㄷ은 맞지만 ㄴ은 열전도가 아니라 공기의 대류에 해당한다. 틀린 조합 'ㄱ, ㄴ, ㄷ'은 'ㄱ, ㄷ'으로 고쳐야 한다.

오답 포인트

세 현상 모두 열과 관련되어 있다는 이유만으로 같은 원리라고 판단하기 쉽다. 특히 ㄴ의 '공기도 따뜻해진다'는 표현보다, 데워진 공기가 이동한다는 점에 주목해야 한다. ㄴ은 대류이고 ㄱ·ㄷ은 물질의 열전도율 차이를 이용한 현상이다.

다시 나오면 이렇게 판단

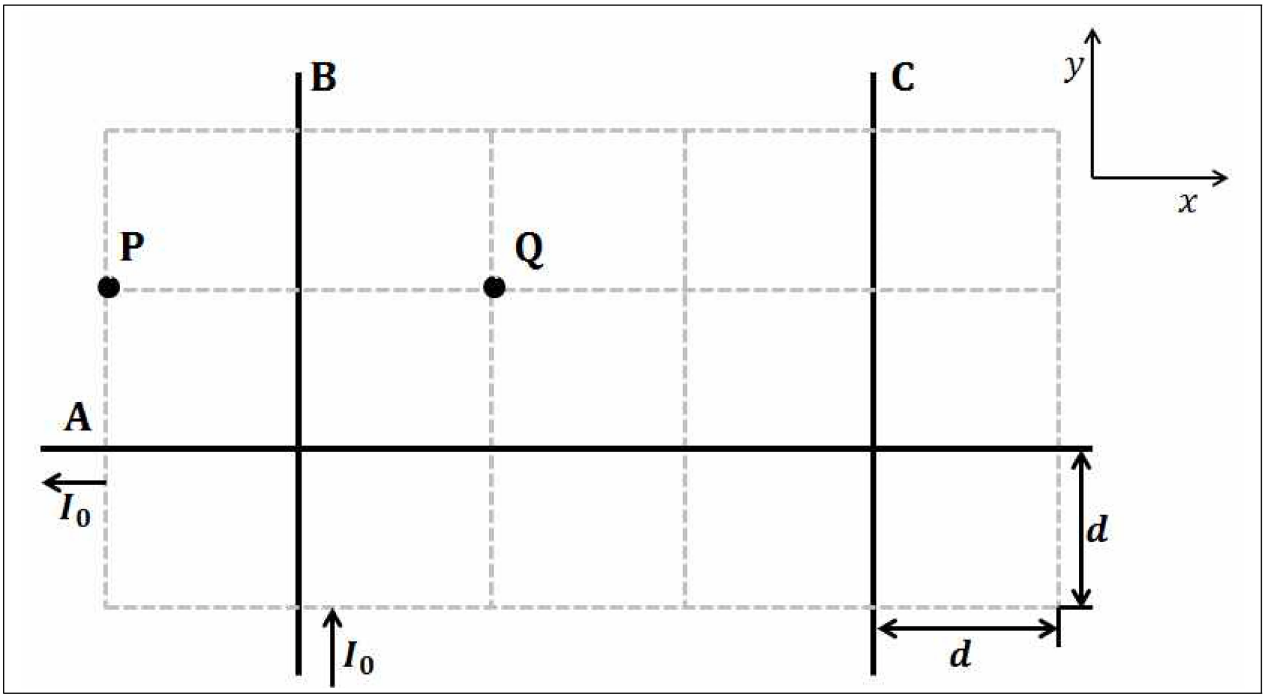
고체 물질을 따라 열이 전달되면 전도, 액체나 기체가 이동하여 열을 전달하면 대류로 판단한다. 같은 온도의 금속과 나무를 만졌을 때 차갑게 느껴지는 정도가 다른 현상은 온도 차이가 아니라 열전도율 차이로 판단한다.

암기 포인트

금속은 열을 빠르게 전도하고, 담요·나무·공기층은 열의 이동을 늦춘다. 공기의 이동에 의한 열 전달은 대류이다.

NoteBase

문 2. 다음은 xy 평면에서 전류가 흐르는 무한히 가늘고 긴 직선 도선 A, B, C를 나타낸 것이다. A, B에는 각각 $-x$, $+y$ 방향으로 세기가 I_0인 전류가 흐르고 있다. 점 P, Q는 xy 평면상에 있으며, Q에서 자기장의 세기는 0이다. <보기> 중 옳은 설명을 가장 잘 고른 것은?



㉠ C에 흐르는 전류의 세기는 I_0보다 크다.

㉡ C에 흐르는 전류의 방향은 $-y$ 방향이다.

㉢ P에서 자기장의 방향은 xy 평면에 수직으로 들어가는 방향이다.

① ㉠

② ㉡

③ ㉠, ㉡

④ ㉠, ㉢

정답 1번

출제 포인트

무한히 긴 직선 도선이 만드는 자기장의 세기와 오른손 법칙을 이용하여, Q에서의 자기장 상쇄 조건으로 도선 C의 전류를 정하고 P에서의 합성 자기장 방향을 판단하는 문제이다.

조건 정리

도선 A에는 $-x$ 방향, 도선 B에는 $+y$ 방향으로 각각 I_0의 전류가 흐른다. Q는 A와 B에서 각각 d, C에서 $2d$ 떨어져 있고 Q의 합성 자기장은 0이다. P는 A와 B에서 각각 d, C에서 $4d$ 떨어져 있다.

NoteBase

사용할 공식

무한히 긴 직선 도선에서 수직 거리 r만큼 떨어진 점의 자기장 세기는
$B = \frac{\mu_0 I}{2\pi r}$
이다. 자기장 방향은 전류 방향을 엄지손가락으로 잡는 오른손 법칙으로 정한다. 따라서 같은 거리에서는 전류가 클수록 자기장이 크고, 같은 전류에서는 거리에 반비례한다.

계산 과정

1. Q에서 A의 자기장은 지면 안쪽이고, B의 자기장도 지면 안쪽이다. 두 자기장의 세기는 각각 $B_0 = \frac{\mu_0 I_0}{2\pi d}$이므로 합은 지면 안쪽으로 $2B_0$이다.
2. Q의 합성 자기장이 0이 되려면 C의 자기장은 지면 바깥쪽으로 $2B_0$이어야 한다. Q가 C의 왼쪽에 있으므로 C의 전류 방향은 $+y$ 방향이다.
3. Q와 C 사이의 거리는 $2d$이므로 $\frac{\mu_0 I_C}{2\pi(2d)} = 2\frac{\mu_0 I_0}{2\pi d}$에서 $I_C = 4I_0$이다.
4. P에서는 A와 B가 만드는 자기장의 세기가 같고 방향이 각각 지면 안쪽과 바깥쪽이므로 서로 상쇄된다. C는 $+y$ 방향으로 전류가 흐르고 P는 C의 왼쪽에 있으므로, P에서 남는 C의 자기장은 지면 바깥쪽이다.

선지 판단

① O — ㉠만 옳다. C의 전류는 $4I_0$이므로 I_0보다 크다.
② X — ㉡의 '$-y$ 방향'이 틀렸다. 올바르게는 C의 전류가 $+y$ 방향이다.
③ X — ㉠은 옳지만 ㉡이 틀렸다. 올바르게는 '㉠만 옳다'이다.
④ X — ㉠은 옳지만 ㉢의 '평면에 수직으로 들어가는 방향'이 틀렸다. 올바르게는 P의 자기장이 xy 평면에서 수직으로 나오는 방향이다.

오답 포인트

Q에서 A와 B의 자기장이 서로 상쇄된다고 착각하기 쉽다. 두 자기장은 모두 지면 안쪽이므로 서로 더해지며, C가 그 합을 상쇄해야 한다. 또한 P에서는 A와 B의 자기장이 상쇄된 뒤 C의 자기장만 남는다는 점이 핵심이다.

다시 나오면 이렇게 판단

각 도선에 대해 먼저 오른손 법칙으로 자기장 방향을 표시하고, 상쇄 조건이 주어진 점에서 $B \propto I/r$를 적용하여 미지의 전류를 구한다. 그다음 묻는 점에서 각 자기장을 다시 합성하면 된다.

암기 포인트

직선 도선의 자기장은 I/r에 비례한다. 방향을 먼저 정하고, 같은 방향은 더하고 반대 방향은 뺀다.

NoteBase

문 3. 특수상대성 이론에 따라, 질량이 10g인 정지한 물체가 모두 에너지로 전환된다면, 발생된 에너지는?

① $10^9 J$

② $3 \times 10^9 J$

③ $9 \times 10^{14} J$

④ $9 \times 10^{16} J$

정답 3번

출제 포인트

질량이 모두 에너지로 전환될 때 질량·에너지 등가식 $E = mc^2$을 적용하고, 질량을 kg으로 환산하여 에너지를 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 질량: $m = 10g = 1.0 \times 10^{-2} kg$
빛의 속력: $c = 3.0 \times 10^8 m/s$
구해야 할 값: 물체의 전체 질량이 전환되어 발생하는 에너지 E

사용할 공식

$E = mc^2$
물체가 정지해 있고 그 질량이 모두 에너지로 전환되므로 정지 에너지에 해당하는 질량·에너지 등가식을 사용한다.

계산 과정

먼저 $10g$을 kg으로 바꾸면 $10g = 10^{-2} kg$이다.
$E = (1.0 \times 10^{-2} kg)(3.0 \times 10^8 m/s)^2$
$= (1.0 \times 10^{-2})(9.0 \times 10^{16}) J = 9.0 \times 10^{14} J$
따라서 발생하는 에너지는 $9 \times 10^{14} J$이다.

선지 판단

① X — $10^9 J$은 $E = mc^2$에 $m = 10^{-2} kg$을 대입한 값과 일치하지 않는다. 올바른 값은 $9 \times 10^{14} J$이다.
② X — $3 \times 10^9 J$은 c를 제곱하지 않고 질량도 g에서 kg으로 환산하지 않은 식 $10 \times 3 \times 10^8$에서 나올 수 있는 오답이다. 올바르게는 질량을 $10^{-2} kg$으로 바꾸고 c^2을 곱하여 $9 \times 10^{14} J$을 얻는다.
③ O — $10^{-2} \times (3 \times 10^8)^2 = 9 \times 10^{14}$이므로 계산 결과와 정확히 일치한다.
④ X — $9 \times 10^{16} J$은 질량을 $1kg$으로 놓았을 때의 에너지로, $10g = 10^{-2} kg$이라는 변환을 반영하지 않은 값이다. 올바른 값은 그 1/100인 $9 \times 10^{14} J$이다.

NoteBase

오답 포인트

핵심 함정은 $10g$을 $10^{-2}kg$으로 바꾸지 않거나, $E=mc^2$에서 빛의 속력 c의 제곱을 빠뜨리는 것이다. 특히 ④는 $1kg$의 정지 에너지와 혼동한 선지이다.

다시 나오면 이렇게 판단

질량의 전부가 에너지로 전환되는 문제에서는 질량을 먼저 kg으로 환산한 뒤 $E=mc^2$에 대입하고, 마지막으로 단위가 $J=kg\cdot m^2/s^2$인지 확인한다.

암기 포인트

$1g$의 질량 에너지는 $9\times10^{13}J$이므로, $10g$은 $9\times10^{14}J$이다.

NoteBase

문 4. 다음은 카레이서인 영수가 탄 자동차의 운동에 관한 글이다. 아래의 ㉠ ~ ㉢ 중 옳게 사용된 것은 모두 몇 개인가?

카레이서인 영수가 400m 트랙을 10바퀴 도는 시합, 즉 ㉠이동거리 4km를 달리는 시합에 참가하였다. 곡선 구간을 달리는 동안 영수는 자동차 계기판을 통해 ㉡등속도로 달리고 있다는 것을 알았으며, 영수가 탄 자동차가 출발선에서 출발하여 최종 도착선을 통과할 때까지 1분 40초의 기록으로 우승하였다. 출발선에서 출발하여 최종 도착선을 통과할 때까지 자동차의 ㉢평균속도는 40m/s이었다.

① 없음

② 1개

③ 2개

④ 3개

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 이동 거리와 변위, 속력과 속도, 평균 속력과 평균 속도의 차이를 묻는 문제이다.

핵심 개념

이동 거리는 실제로 움직인 경로의 전체 길이이고, 변위는 처음 위치에서 나중 위치까지의 위치 변화이다. 속력은 운동의 빠르기만 나타내는 스칼라량이지만, 속도는 빠르기와 방향을 함께 나타내는 벡터량이다. 평균 속력은 전체 이동 거리를 걸린 시간으로 나눈 값이고, 평균 속도는 전체 변위를 걸린 시간으로 나눈 값이다.
㉠: 한 바퀴가 $400m$이므로 10바퀴의 이동 거리는 $400m \times 10 = 4km$이다. 따라서 옳다.
㉡: 곡선 구간에서는 진행 방향이 계속 바뀌므로 속도가 일정할 수 없다. 계기판으로 확인할 수 있는 것은 속력이며, 올바른 표현은 '등속력으로 달린다'이다. 따라서 옳지 않다.
㉢: 10바퀴를 돌아 출발점과 도착점이 같으므로 변위는 0이고 평균 속도도 $0m/s$이다.
$4{,}000m \div 100s = 40m/s$는 평균 속력이다. 따라서 옳지 않다.

선지별 해설

① X — 옳게 사용된 것은 '없음'이 아니라 ㉠ 하나이다. 올바른 개수는 1개이다.
② O — ㉠만 옳고 ㉡과 ㉢은 옳지 않으므로 옳게 사용된 것은 1개이다.
③ X — 옳게 사용된 것은 2개가 아니라 ㉠ 하나뿐이다. 올바른 개수는 1개이다.
④ X — 옳게 사용된 것은 3개가 아니라 ㉠ 하나뿐이다. 올바른 개수는 1개이다.

NoteBase

오답 포인트

자동차 계기판이 나타내는 빠르기를 '속도'로 생각하거나, 전체 이동 거리 $4km$를 이용해 구한 $40m/s$를 평균 속도로 판단하기 쉽다. 곡선 운동에서는 방향이 변하므로 속도가 변하며, 출발점으로 되돌아오면 이동 거리는 남아 있어도 변위는 0이다.

다시 나오면 이렇게 판단

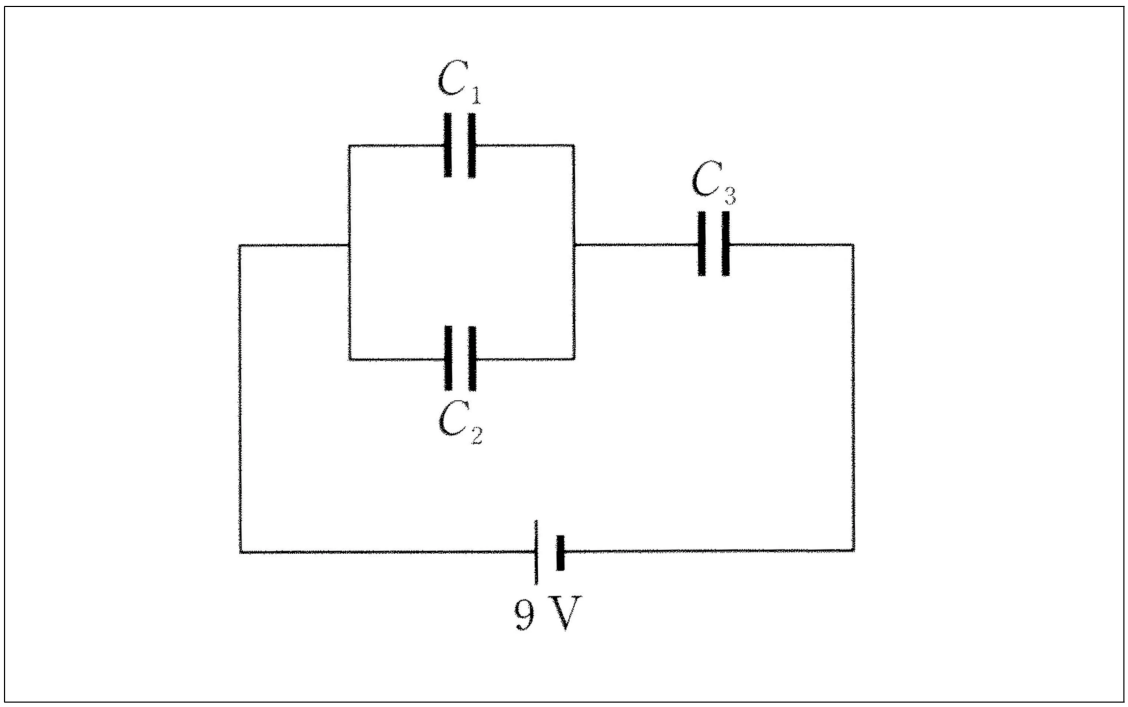
경로의 길이는 이동 거리, 처음과 끝의 위치 차이는 변위로 구분한다. 속도는 방향까지 포함하므로 곡선 운동에서는 속력이 일정해도 속도는 변한다. 평균값을 구할 때는 평균 속력에는 전체 이동 거리, 평균 속도에는 전체 변위를 사용한다.

암기 포인트

거리÷시간은 평균 속력, 변위÷시간은 평균 속도이다. 한 바퀴를 돌아 제자리로 오면 변위와 평균 속도는 0이다.

NoteBase

문 5. 그림은 전압이 9V인 전원에 전기 용량이 각각 C_1, C_2, C_3인 축전기 3개를 연결하여 각각의 축전기가 완전히 충전된 회로를 나타낸 것이다. $C_1 = 4\mu F$, $C_2 = 2\mu F$, $C_3 = 3\mu F$일 때, 축전기 C_3에 저장된 전기 에너지는?



① $54\mu J$

② $60\mu J$

③ $81\mu J$

④ $108\mu J$

정답 1번

출제 포인트

병렬 연결된 축전기의 합성 전기 용량을 먼저 구한 뒤, 그 병렬 묶음과 직렬로 연결된 축전기의 전하량 및 저장 에너지를 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: $C_1 = 4\mu F$, $C_2 = 2\mu F$, $C_3 = 3\mu F$, 전원 전압은 $9V$이다.
구해야 할 값: C_3에 저장된 전기 에너지이다.
주의할 조건: C_1과 C_2는 병렬이고, 이 병렬 묶음은 C_3과 직렬이다. 직렬로 연결된 두 부분에는 같은 크기의 전하량이 저장된다.

NoteBase

사용할 공식

병렬 합성 전기 용량은 $C_{12} = C_1 + C_2$이고, C_{12}와 C_3의 직렬 합성 전기 용량은 $C_{eq} = \frac{C_{12}C_3}{C_{12}+C_3}$이다. 직렬 회로의 전하량은 $Q = C_{eq}V$, 축전기 전압은 $V_3 = Q/C_3$, 저장 에너지는 U_3=12 C_3V_3^2이다.
이 회로에서는 병렬 묶음을 하나의 축전기로 바꾼 다음 직렬 회로의 공통 전하량을 구해야 하므로 이 공식들을 사용한다.

계산 과정

1. 병렬 묶음의 전기 용량은 $C_{12} = 4\mu F + 2\mu F = 6\mu F$이다.
2. 전체 합성 전기 용량은 $C_{eq} = \frac{(6\mu F)(3\mu F)}{6\mu F + 3\mu F} = 2\mu F$이다.
3. 직렬 부분의 공통 전하량은 $Q = (2\mu F)(9V) = 18\mu C$이다.
4. C_3 양단의 전압은 $V_3 = \frac{18\mu C}{3\mu F} = 6V$이다.
5. 따라서 U_3=12(3 μ F)(6 V)^2=54 μ J이다.

선지 판단

① O — 계산 결과가 $54\mu J$이므로 옳다.
② X — $60\mu J$는 계산 결과와 일치하지 않는다. C_3의 전압 $6V$를 에너지 공식에 대입하면 올바른 값은 $54\mu J$이다.
③ X — $81\mu J$는 전체 합성 축전기에 저장된 에너지 12 C_eqV^2=12(2 μ F)(9 V)^2에 해당하며, C_3만의 에너지가 아니다. 올바른 값은 $54\mu J$이다.
④ X — $108\mu J$는 $QV_3 = (18\mu C)(6V)$로 계산하여 에너지 공식의 계수 1/2를 빠뜨린 값이다. 올바른 값은 $54\mu J$이다.
계산 결과 $54\mu J$이므로 정답은 1번이다.

오답 포인트

병렬 묶음과 C_3에 전원 전압 $9V$가 각각 그대로 걸린다고 보면 안 된다. 두 부분은 직렬이므로 전하량이 같고 전압이 나뉜다. 또한 $81\mu J$는 전체 회로의 저장 에너지이고, $108\mu J$는 U=12 QV의 1/2를 누락한 값이다.

다시 나오면 이렇게 판단

혼합 연결 축전기 문제에서는 먼저 병렬 부분을 합성하고, 직렬 부분의 공통 전하량을 구한 다음, 목표 축전기의 전압과 에너지를 차례로 계산한다.

암기 포인트

병렬은 전압이 같고 전기 용량을 더하며, 직렬은 전하량이 같다. 축전기의 저장 에너지는 U=12 CV^2=12 QV이다.

NoteBase

문 6. 다음 빈 칸을 순서대로 옳게 제시한 것은?

전류의 흐름을 방해하는 것을 (㉠)이라 하고,
단위는 (㉡)를/을 사용한다.

① ㉠: 전압, ㉡: V
② ㉠: 저항, ㉡: A
③ ㉠: 전력, ㉡: W
④ ㉠: 저항, ㉡: Ω

정답 4번

출제 포인트

전류의 흐름을 방해하는 물리량의 명칭과 단위를 묻는 문제이다.

핵심 개념

저항은 도체에서 전류의 흐름을 방해하는 정도를 나타내는 물리량이며, 단위는 옴(Ω)이다. 전압의 단위는 볼트(V), 전류의 단위는 암페어(A), 전력의 단위는 와트(W)이다.

선지별 해설

① X
전류의 흐름을 방해하는 것은 전압이 아니라 저항이다. 또한 저항의 단위는 V가 아니라 Ω이다. 따라서 '㉠: 전압, ㉡: V'는 '㉠: 저항, ㉡: Ω'로 고쳐야 한다.

② X
㉠의 저항은 맞지만 A는 전류의 단위이다. 저항의 단위는 Ω이므로 '㉡: A'를 '㉡: Ω'로 고쳐야 한다.

③ X
전력은 단위 시간당 전달되거나 소비되는 에너지를 나타내며 단위가 W이다. 전류의 흐름을 방해하는 물리량은 전력이 아니라 저항이므로 '㉠: 전력, ㉡: W'를 '㉠: 저항, ㉡: Ω'로 고쳐야 한다.

④ O
저항은 전류의 흐름을 방해하는 정도를 나타내고 그 단위는 Ω이므로 두 빈칸을 모두 옳게 채운다.

NoteBase

오답 포인트

각 선지는 물리량과 그 단위를 그럴듯하게 짝지었지만, 문장 속 정의가 가리키는 물리량은 저항이다. 특히 ②는 저항이라는 명칭만 맞고 단위 A가 틀린 함정이다.

다시 나오면 이렇게 판단

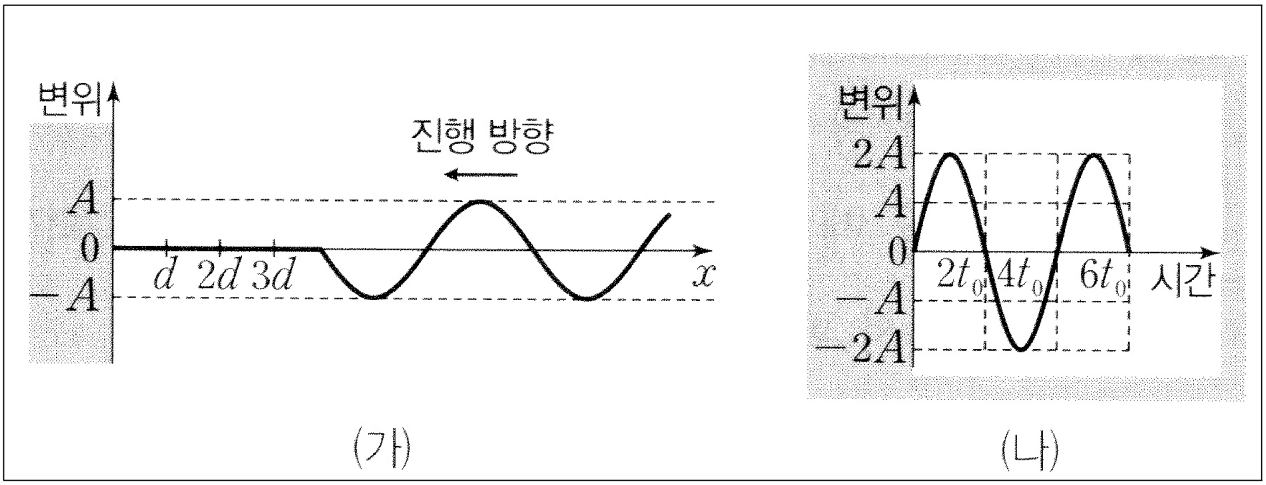
먼저 문장의 정의로 물리량을 정한 뒤 그 물리량의 단위를 짝짓는다. '전류의 흐름을 방해한다'는 표현이 나오면 저항과 Ω의 조합으로 판단한다.

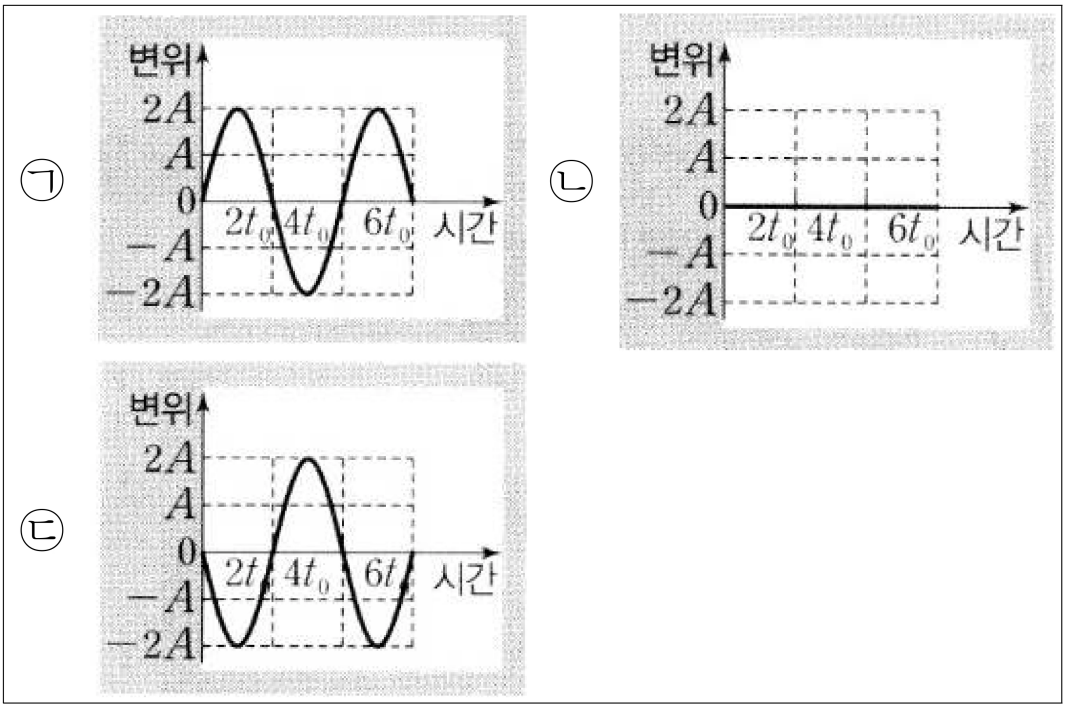
암기 포인트

전압-V, 전류-A, 전력-W, 저항-Ω이다.

NoteBase

문 7. (가)는 한쪽 끝이 벽에 고정된 줄을 따라 $\frac{d}{t_0}$의 속력으로 $-x$방향으로 진행하는 진폭 A인 파동의 모습을 나타낸 것이다. (나)는 (가)의 줄에서 정상파가 만들어진 후, $x = 3d$에서 줄의 변위를 $t = 0$인 순간부터 시간에 따라 나타낸 것이다. $x = d$와 $x = 2d$에서 줄의 변위를 $t = 0$인 순간부터 시간에 따라 나타낸 것으로 <보기> 중 적절한 그래프로 가장 잘 고른 것은?





① x = d: ㉠, x = 2d: ㉡

② x = d: ㉢, x = 2d: ㉠

③ x = d: ㉢, x = 2d: ㉡

④ x = d: ㉠, x = 2d: ㉢

NoteBase

정답 3번

출제 포인트

진행파의 파장에서 정상파의 마디 위치를 찾고, 서로 다른 위치의 변위가 같은 위상인지 반대 위상인지 판단하는 문제이다.

조건 정리

(가)에서 이웃한 골 사이의 거리는 $4d$이므로 파장은 $\lambda = 4d$이다. 줄의 $x = 0$인 끝은 벽에 고정되어 있으므로 그곳은 정상파의 마디이다. (나)의 ㉠은 $x = 3d$에서의 변위-시간 그래프이고, ㉡은 변위가 항상 0인 그래프이며, ㉢은 ㉠과 위상이 반대인 그래프이다.

사용할 공식

파수는 $k = \frac{2\pi}{\lambda} = \frac{\pi}{2d}$이다. 고정단에서 만들어진 정상파의 위치에 따른 진폭과 부호는 $\sin(kx)$에 비례한다.
따라서 $\sin(kx) = 0$인 곳은 마디이고, $\sin(kx)$의 부호가 반대인 두 지점은 모든 순간의 변위가 서로 반대이다.

계산 과정

$x = d$에서는 $\sin(kd) = \sin(\pi/2) = 1$이고, $x = 2d$에서는 $\sin(2kd) = \sin\pi = 0$이며, $x = 3d$에서는 $\sin(3kd) = \sin(3\pi/2) = -1$이다. 따라서 $x = 2d$는 변위가 항상 0인 마디이므로 ㉡이다. 또한 $x = d$와 $x = 3d$의 변위는 크기가 같고 부호가 반대이므로, $x = 3d$의 ㉠을 위아래로 뒤집은 ㉢이 $x = d$의 그래프이다.

선지 판단

① X — $x = d$는 $x = 3d$와 반대 위상이므로 ㉠이 아니라 ㉢이다. 올바르게는 '$x = d$: ㉢, $x = 2d$: ㉡'이다.
② X — $x = d$를 ㉢으로 판단한 것은 맞지만, $x = 2d$는 마디이므로 ㉠이 아니라 ㉡이다. 올바르게는 '$x = d$: ㉢, $x = 2d$: ㉡'이다.
③ O — $x = d$에서는 ㉠과 반대 위상인 ㉢이 나타나고, 마디인 $x = 2d$에서는 변위가 항상 0인 ㉡이 나타난다.
④ X — $x = d$는 ㉠이 아니라 ㉢이고, $x = 2d$는 ㉢이 아니라 ㉡이다. 올바르게는 '$x = d$: ㉢, $x = 2d$: ㉡'이다.

오답 포인트

㉠과 ㉢은 진폭과 주기가 같아도 $t = 0$ 직후의 변위 방향이 서로 반대이다. 또 $x = 2d$를 단순히 진폭이 작은 곳으로 보는 것이 아니라, $\lambda/2 = 2d$ 간격으로 생기는 마디로 판단해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 진행파 그림에서 λ를 구한 뒤 고정단에서 $\lambda/2$ 간격의 마디를 표시한다. 마디가 아닌 두 지점은 $\sin(kx)$의 부호를 비교하여 같은 위상인지 반대 위상인지 판단한다.

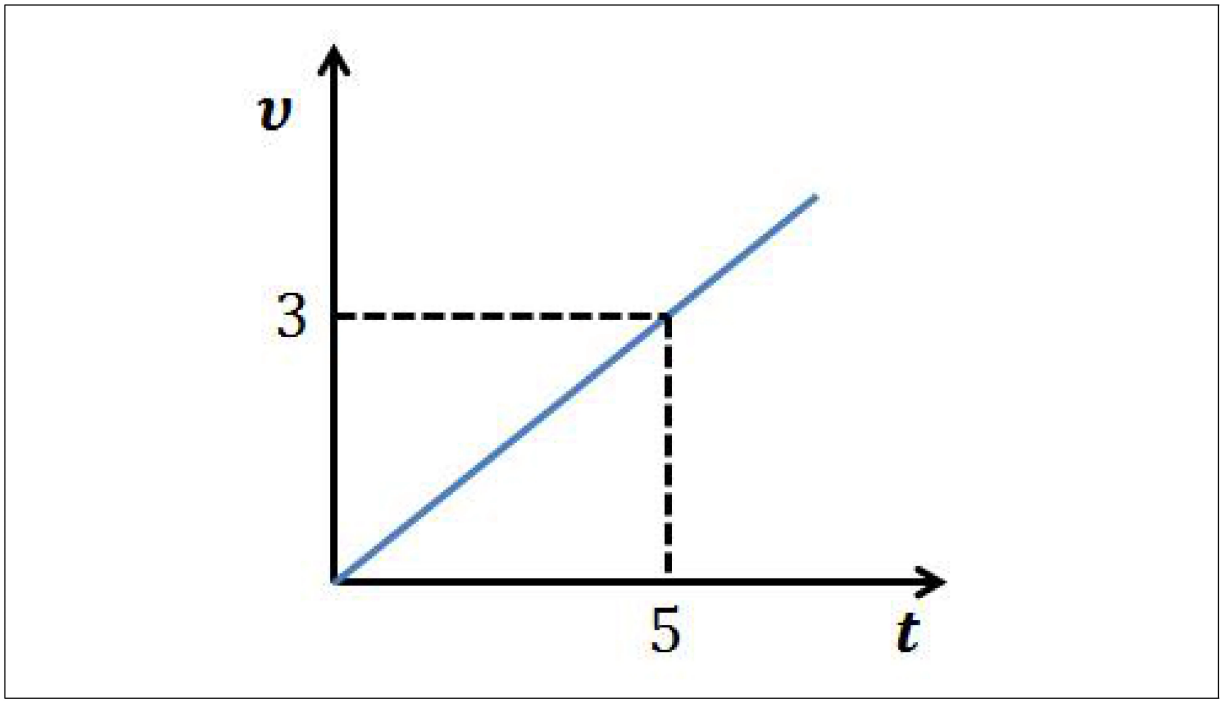
NoteBase

암기 포인트

고정단은 마디이고 마디 간격은 $\lambda/2$이다. 이웃한 배는 서로 반대 위상으로 진동한다.

NoteBase

문 8. 질량이 10 kg인 정지한 물체에 힘을 가했을 때 물체의 속도와 시간과의 관계가 그래프와 같았다. 이 힘이 가해지는 5초 동안의 일률의 크기는?



① 6 W

② 9 W

③ 10 W

④ 12 W

정답 2번

출제 포인트

속도 변화로 구한 운동 에너지의 증가량을 힘이 한 일로 보고, 이를 걸린 시간으로 나누어 평균 일률을 구하는 문제이다.

조건 정리

질량은 $m = 10kg$, 처음 속도는 $v_0 = 0$, 5초 후 속도는 그래프에서 $v = 3m/s$이다. 구해야 할 값은 5초 동안의 평균 일률이다.

NoteBase

사용할 공식

일-운동 에너지 정리에 따라 힘이 한 일은 운동 에너지의 변화량과 같다.
$W = \Delta K = \frac{1}{2}m(v^2 - v_0^2)$
평균 일률은 한 일을 걸린 시간으로 나눈 값이다.
$P_{\text{avg}} = \frac{W}{\Delta t}$
물체가 정지 상태에서 출발하고 5초 후 속도가 주어졌으므로 이 두 공식을 사용한다.

계산 과정

5초 동안 힘이 한 일은
$W = \frac{1}{2} \times 10 \times (3^2 - 0^2) = 45J$
이다. 따라서 평균 일률은
$P_{\text{avg}} = \frac{45}{5} = 9W$
이다.

선지 판단

① X — 계산 결과는 $6W$가 아니라 $9W$이다. 6은 속도-시간 그래프의 기울기로 구한 가속도 $0.6m/s^2$에 질량을 곱해 얻는 힘 $6N$의 수치와 혼동한 값이다.
② O — 5초 동안의 평균 일률은 $45J \div 5s = 9W$이다.
③ X — 계산 결과는 $10W$가 아니라 $9W$이다. 일률은 질량의 수치가 아니라 운동 에너지 변화량을 시간으로 나누어 구한다.
④ X — 계산 결과는 $12W$가 아니라 $9W$이다. 힘 $6N$에 평균 속도 $1.5m/s$를 곱해야 하며, 그 결과도 $9W$이다.

오답 포인트

그래프의 기울기에서 얻은 $6N$은 힘이지 일률이 아니다. 또한 마지막 순간의 일률 $Fv = 6 \times 3 = 18W$와 5초 동안의 평균 일률 $9W$를 구분해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

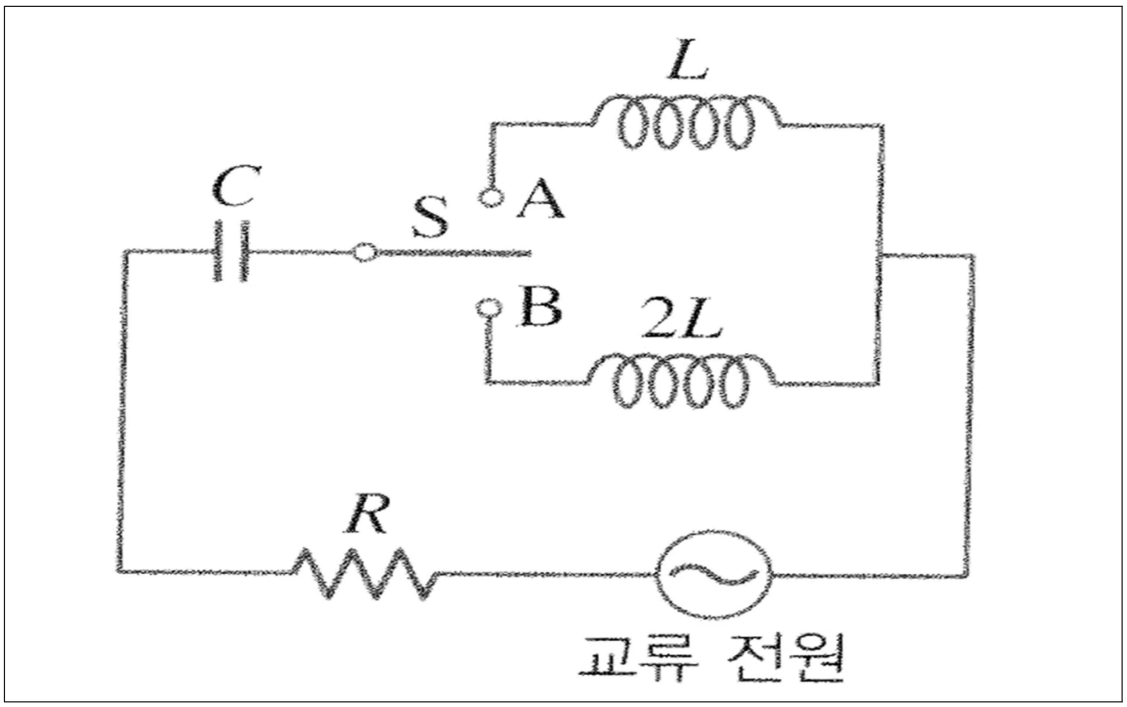
‘일정 시간 동안의 일률’은 먼저 그 시간 동안의 운동 에너지 변화량을 구한 뒤 시간으로 나눈다. 속도가 일정하게 증가한다면 $P_{\text{avg}} = Fv_{\text{avg}}$로도 검산할 수 있다.

암기 포인트

평균 일률은 $\Delta K/\Delta t$, 순간 일률은 Fv이다.

NoteBase

문 9. 다음과 같이 저항값이 R인 저항, 전기 용량이 C인 축전기, 자체 인덕턴스가 각각 L, $2L$인 두 코일을 교류전원에 연결하였다. 교류 전원의 진동수는 $\frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$이다. <보기> 중 옳은 설명을 가장 잘 고른 것은?



㉠ S를 A에 연결했을 때 회로의 임피던스는 R이다.
㉡ S를 A에 연결했을 때 저항에 걸리는 전압과 축전기에 걸리는 전압은 위상이 같다.
㉢ 전류의 실효값은 S를 B에 연결했을 때가 A에 연결했을 때보다 작다.

① ㉠, ㉡
② ㉠, ㉢
③ ㉡, ㉢
④ ㉠, ㉡, ㉢

정답 2번

출제 포인트

교류 RLC 직렬회로에서 유도 리액턴스와 용량 리액턴스를 비교하여 공진 여부, 전압의 위상 관계, 임피던스와 전류의 크기를 판단하는 문제이다.

조건 정리

교류 전원의 진동수는 $f = 1/(2\pi\sqrt{LC})$이므로 각진동수는 $\omega = 2\pi f = 1/\sqrt{LC}$이다. 스위치를 A에 연결하면 인덕턴스가 L이고, B에 연결하면 $2L$이다. 두 경우 모두 저항 R과 축전기 C는 직렬로 연결된다.

NoteBase

사용할 공식

유도 리액턴스와 용량 리액턴스는 각각 $X_L = \omega L$, $X_C = 1/(\omega C)$이다. RLC 직렬회로의 임피던스는 $Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2}$, 전류의 실효값은 $I = V/Z$이다. A와 B에서 리액턴스의 차이를 구하면 공진 여부와 전류 크기를 함께 판단할 수 있으므로 이 공식을 사용한다.

계산 과정

1. A에 연결하면 $X_L = \omega L = \sqrt{L/C}$이고 $X_C = 1/(\omega C) = \sqrt{L/C}$이므로 $X_L = X_C$이다. 따라서 공진 상태이며 $Z_A = R$이다.
2. 공진 여부와 관계없이 저항 전압은 전류와 같은 위상이고 축전기 전압은 전류보다 $\pi/2$만큼 늦다. 따라서 두 전압의 위상은 같지 않다.
3. B에 연결하면 $X_L = \omega(2L) = 2\sqrt{L/C}$이고 $X_C = \sqrt{L/C}$이므로 $Z_B = \sqrt{R^2 + L/C} > R = Z_A$이다. 전원 전압이 같을 때 $I = V/Z$이므로 $I_B < I_A$이다.

따라서 ㉠과 ㉢은 옳고 ㉡은 틀리다.

선지 판단

① X — ㉠은 옳지만 ㉡은 틀리다. '㉠, ㉡'에서 잘못 포함된 ㉡을 ㉢으로 바꾸면 '㉠, ㉢'이 된다.
② O — ㉠의 $Z_A = R$과 ㉢의 $I_B < I_A$가 모두 성립한다.
③ X — ㉡은 틀리고 옳은 ㉠이 빠져 있다. '㉡, ㉢'을 올바르게 고치면 '㉠, ㉢'이다.
④ X — ㉠과 ㉢은 옳지만 ㉡까지 옳다고 포함한 점이 틀리다. '㉠, ㉡, ㉢'에서 ㉡을 제외한 '㉠, ㉢'이 올바르다.

오답 포인트

A에서 공진하면 코일 전압과 축전기 전압의 크기는 같지만 위상은 서로 반대이다. 이를 '저항 전압과 축전기 전압의 위상이 같다'로 혼동하면 ㉡을 옳다고 판단하게 된다. 또한 B에서는 인덕턴스가 두 배가 되어 리액턴스 상쇄가 깨지므로 임피던스는 커지고 전류는 작아진다.

다시 나오면 이렇게 판단

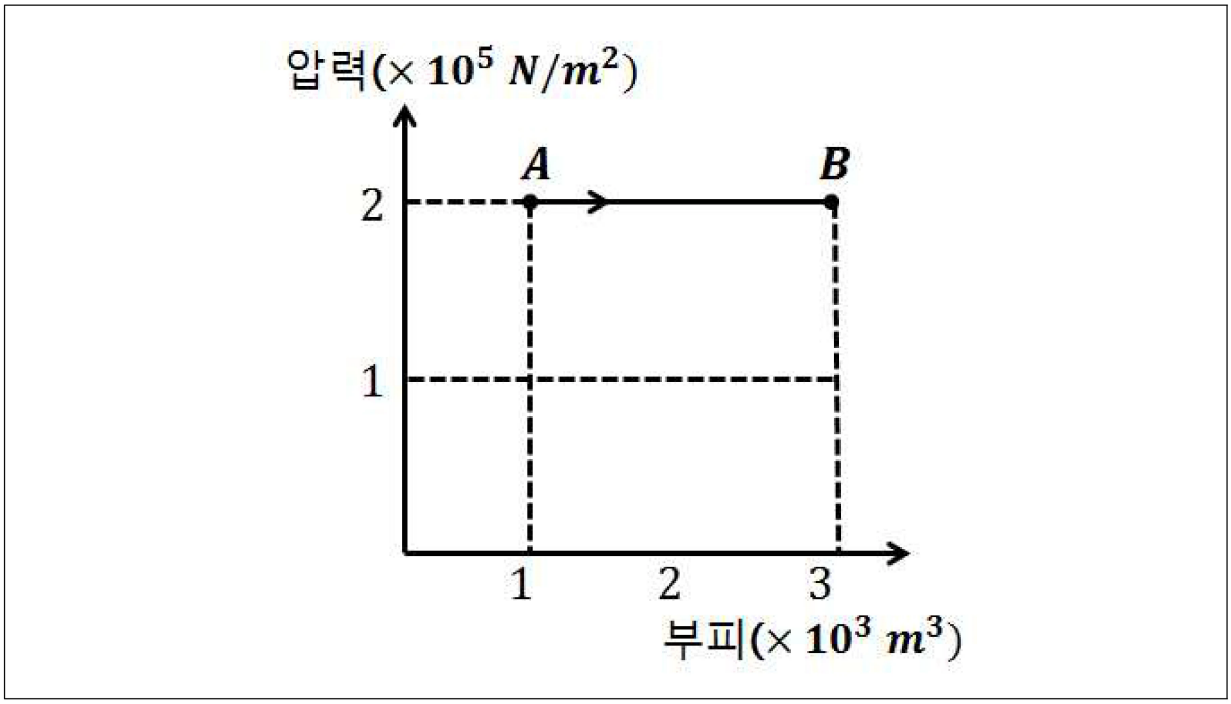
먼저 $\omega = 2\pi f$를 구한 뒤 X_L과 X_C를 비교한다. 두 값이 같으면 $Z = R$인 공진 상태이고, 다르면 $Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2}$로 임피던스를 구한 후 $I = V/Z$로 전류 크기를 비교한다. 위상은 저항 전압이 전류와 같고 축전기 전압이 전류보다 $\pi/2$만큼 늦다는 기준으로 판단한다.

암기 포인트

직렬 RLC 공진에서는 $X_L = X_C$, $Z = R$, 전류가 최대이다. 저항 전압은 전류와 동상이고 축전기 전압은 전류보다 $\pi/2$만큼 늦다.

NoteBase

문 10. 다음과 같이 온도 300 K의 이상기체 n몰(mol)이 A상태에서 B상태로 변화하였다. 이때 기체의 변화를 설명한 것으로 가장 옳은 것은? (단, 이 기체는 단원자분자 기체이다.)



① A → B 과정에서 기체가 흡수한 열은 기체가 한 일보다 크다.

② B 상태의 온도는 600 K이다.

③ A → B 과정에서 기체가 외부에 한 일은 600 J이다.

④ B 상태의 압력은 $2\times10^5 N/m^2$이다.

정답 4번

출제 포인트

압력-부피 그래프에서 등압 팽창을 판별하고, 이상기체 상태방정식과 열역학 제1법칙을 적용하는 문제이다. 공식 정답은 ④이지만, 제시된 문장 그대로 계산하면 ①도 참이 되는 모순이 있으므로 출제 의도와 물리적 판단을 구분해야 한다.

조건 정리

A 상태: $P_A = 2\times10^5 N/m^2$, $V_A = 1$눈금, $T_A = 300K$이다.

B 상태: $P_B = 2\times10^5 N/m^2$, $V_B = 3$눈금이다.

A에서 B로 갈 때 압력이 일정하고 부피가 3배가 되므로 등압 팽창이다. 단원자 이상기체이므로 내부에너지는 $U = \frac{3}{2}nRT$로 나타낸다.

NoteBase

사용할 공식

이상기체 상태방정식은 $PV = nRT$이다. 같은 양의 기체가 등압 변화하므로 $T \propto V$가 성립한다.
기체가 한 일은 $W = P\Delta V$이고, 열역학 제1법칙을 기체가 외부에 한 일을 양수로 쓰면 $Q = \Delta U + W$이다. 단원자 이상기체에서는 $\Delta U = \frac{3}{2}nR\Delta T$이다.

계산 과정

1. 압력은 일정하고 부피가 1눈금에서 3눈금으로 증가하므로 $T_B/T_A = V_B/V_A = 3$이다. 따라서 $T_B = 3 \times 300 = 900K$이다.
2. 그래프의 부피 단위를 통상적인 의도인 $10^{-3}m^3$로 읽으면 $W = P(V_B - V_A) = 2 \times 10^5 \times (3-1) \times 10^{-3} = 400J$이다. 이미지에 보이는 축 지수가 10^3이라고 읽히더라도 일은 $600J$이 아니다.
3. 등압 팽창에서 $\Delta T > 0$이므로 $\Delta U > 0$이고, 따라서 $Q = \Delta U + W > W$이다.

선지 판단

① O(문장 그대로의 물리적 판단) - 등압 팽창으로 온도가 상승하여 $\Delta U > 0$이므로 $Q = \Delta U + W > W$이다. 공식 정답이 ④인 점과 충돌하며, 출제 의도상 ①을 오답으로 배제한 것으로 보이지만 제시된 문장 자체는 참이다.
② X - B의 온도는 $600K$가 아니라 $900K$이다. 틀린 표현 '600 K'는 '900 K'로 고쳐야 한다.
③ X - 부피 변화는 최종 부피가 아니라 $V_B - V_A$이다. 축을 $10^{-3}m^3$로 해석하면 기체가 한 일은 $600J$이 아니라 $400J$이다.
④ O - A에서 B까지 수평선이므로 압력은 변하지 않으며, B 상태의 압력은 그래프에서 직접 $2 \times 10^5 N/m^2$로 읽힌다. 출제 의도상 공식 정답에 해당한다.

오답 포인트

③에서 일은 PV가 아니라 과정 중 압력-부피 그래프 아래의 면적 $P\Delta V$이다. 또한 ①은 열역학 제1법칙에 따르면 참이므로 공식 정답 ④와 양립한다. 따라서 이 문항은 제시문 그대로라면 복수 정답 소지가 있고, 정답표를 따를 때에는 출제 의도상 그래프에서 B의 압력을 직접 읽는 ④를 선택한 것으로 이해해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

압력-부피 그래프에서는 먼저 과정이 등압·등적·등온 중 무엇인지 확인한다. 등압 과정이면 $T \propto V$, 한 일은 $W = P\Delta V$, 흡수열은 $Q = \Delta U + W$의 순서로 판단한다. 공식 정답과 기본 법칙이 충돌하면 정답표를 확인하면서 문항 오류 가능성을 별도로 표시한다.

암기 포인트

등압 팽창에서는 $V\uparrow \Rightarrow T\uparrow \Rightarrow \Delta U > 0$이고, 따라서 $Q = W + \Delta U > W$이다.

NoteBase

문 11. 오른쪽 방향으로 등가속도 운동하던 물체가 5초 뒤에는 왼쪽으로 $40m/s$의 속도가 되었다. 이 물체의 평균 가속도는?(단, 물체의 처음 속도는 $10m/s$)

① $-4m/s^2$

② $-6m/s^2$

③ $-8m/s^2$

④ $-10m/s^2$

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 속도의 방향을 부호로 나타내고 평균 가속도 $a_{\text{avg}} = \frac{v_f - v_i}{\Delta t}$를 구하는 문제이다.

조건 정리

오른쪽을 양의 방향으로 정하면 처음 속도는 $v_i = +10m/s$, 나중 속도는 $v_f = -40m/s$이다. 걸린 시간은 $\Delta t = 5s$이며, 구해야 할 값은 평균 가속도이다. 왼쪽 방향의 속도를 음수로 처리해야 한다.

사용할 공식

평균 가속도는 단위 시간당 속도 변화량이므로 다음 공식을 사용한다.

$a_{\text{avg}} = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{v_f - v_i}{\Delta t}$

계산 과정

1. 오른쪽을 양의 방향으로 정하면 $v_i = +10m/s$, $v_f = -40m/s$이다.
2. 속도 변화량은 $\Delta v = v_f - v_i = -40 - 10 = -50m/s$이다.
3. 평균 가속도는 $a_{\text{avg}} = \frac{-50m/s}{5s} = -10m/s^2$이다. 음의 부호는 평균 가속도의 방향이 왼쪽임을 뜻한다.

선지 판단

① X — $-4m/s^2$는 계산 결과와 다르다. 올바른 값은 $-10m/s^2$이다.

② X — $-6m/s^2$는 최종 속도와 처음 속도의 차를 $v_f - v_i$로 계산하지 않은 값이다. 올바르게는 $(-40 - 10)/5 = -10m/s^2$이다.

③ X — $-8m/s^2$는 처음 속도 $+10m/s$를 반영하지 않고 $-40/5$만 계산한 값이다. 올바른 값은 $-10m/s^2$이다.

④ O — 속도 변화량 $-50m/s$를 $5s$로 나누면 $-10m/s^2$이므로 계산 결과와 일치한다.

NoteBase

오답 포인트

‘왼쪽으로 $40m/s$’를 속력의 크기 $40m/s$로만 보고 부호를 빠뜨리기 쉽다. 오른쪽을 양수로 정했으므로 최종 속도는 $-40m/s$이고, 속도 변화량은 $-40-10=-50m/s$이다. 특히 ③은 처음 속도를 빼지 않고 최종 속도만 시간으로 나눈 함정이다.

다시 나오면 이렇게 판단

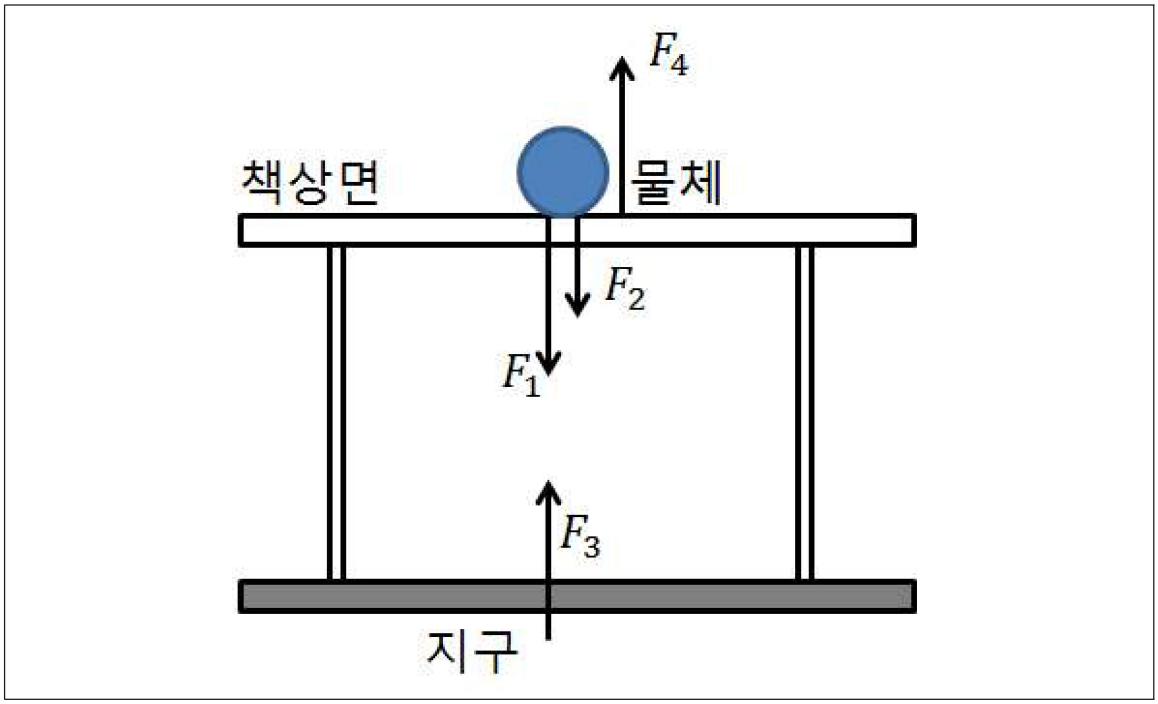
먼저 한 방향을 양수로 정하고 모든 속도에 부호를 붙인 뒤, 반드시 ‘나중 속도 − 처음 속도’를 시간으로 나눈다. 마지막으로 가속도의 부호가 나타내는 방향과 단위 m/s^2를 확인한다.

암기 포인트

평균 가속도는 나중 속도-처음 속도걸린 시간이며, 반대 방향의 속도는 부호가 반대이다.

NoteBase

문 12. 물체, 책상면, 지구 사이에 상호 작용하는 힘이 다음과 같다. 작용·반작용의 관계에 있는 힘과 평형을 이루고 있는 힘을 가장 옳게 짝지은 것은?



· F_1 = 지구가 물체를 당기는 힘(중력)
· F_2 = 물체가 책상을 누르는 힘(전압력)
· F_3 = 물체가 지구를 당기는 힘
· F_4 = 책상면이 물체를 떠받치는 힘(수직항력)

① 작용과 반작용: $F_2 - F_4$, 힘의 평형: $F_1 - F_4$
② 작용과 반작용: $F_2 - F_4$, 힘의 평형: $F_1 - F_2$
③ 작용과 반작용: $F_1 - F_2$, 힘의 평형: $F_3 - F_4$
④ 작용과 반작용: $F_1 - F_2$, 힘의 평형: $F_1 - F_4$

정답 1번

출제 포인트

이 문제는 작용·반작용과 힘의 평형을 힘이 작용하는 물체를 기준으로 구별하는 문제이다.

NoteBase

핵심 개념

작용·반작용: 두 물체가 서로 힘을 주고받을 때 생기는 크기가 같고 방향이 반대인 두 힘으로, 서로 다른 물체에 작용한다. F_2와 F_4는 물체와 책상 사이의 접촉력 쌍이고, F_1과 F_3은 물체와 지구 사이의 중력 쌍이다.
힘의 평형: 한 물체에 작용하는 힘들의 합력이 0인 상태이다. 정지한 물체에는 아래쪽의 F_1과 위쪽의 F_4가 작용하여 평형을 이룬다.

선지별 해설

① O — F_2와 F_4는 물체와 책상이 서로에게 가하는 작용·반작용이고, F_1과 F_4는 모두 물체에 작용하면서 서로 반대 방향으로 평형을 이룬다.
② X — '힘의 평형: $F_1 - F_2$'가 틀렸다. F_1은 물체에, F_2는 책상에 작용하므로 두 힘은 한 물체의 평형을 이루지 않는다. 올바른 평형의 짝은 $F_1 - F_4$이다.
③ X — '작용과 반작용: $F_1 - F_2$'와 '힘의 평형: $F_3 - F_4$'가 모두 틀렸다. F_1과 F_2는 서로 다른 상호 작용에서 생긴 힘이며, F_3과 F_4는 각각 지구와 물체에 작용한다. 올바르게는 작용·반작용이 $F_2 - F_4$(또는 $F_1 - F_3$)이고, 물체의 평형은 $F_1 - F_4$이다.
④ X — '작용과 반작용: $F_1 - F_2$'가 틀렸다. 두 힘은 서로가 서로에게 가한 동일한 상호 작용의 힘이 아니다. 올바른 작용·반작용의 짝은 $F_2 - F_4$(또는 $F_1 - F_3$)이며, $F_1 - F_4$는 물체에 작용하는 평형의 짝이다.

오답 포인트

방향이 반대라는 사실만으로 두 힘을 작용·반작용이나 평형으로 판단하면 틀리기 쉽다. 작용·반작용은 서로 다른 물체에 작용하고, 평형을 이루는 힘은 반드시 같은 물체에 작용한다.

다시 나오면 이렇게 판단

각 힘의 '힘을 가하는 물체'와 '힘을 받는 물체'를 먼저 적는다. 가해자와 받는 물체가 서로 뒤바뀐 동일한 상호 작용이면 작용·반작용이고, 같은 물체에 작용하는 힘들의 합력이 0이면 힘의 평형이다.

암기 포인트

작용·반작용은 서로 다른 물체, 힘의 평형은 같은 물체이다.

NoteBase

문 13. $_{92}U^{238}$**의 반감기는** 4.5×10^{9} **년이다.** 1.8×10^{10} **년 후에는** $_{92}U^{238}$**의 양은 현재보다 몇 배로 변화되는가?**

① $\frac{1}{2}$
② $\frac{1}{4}$
③ $\frac{1}{16}$
④ $\frac{1}{32}$

정답 3번

출제 포인트

반감기가 몇 번 지났는지 구한 뒤, 방사성 원소의 남은 양을 1/2씩 거듭제곱하여 계산하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 반감기 T_1/2=4.5 × 10^9 년, 경과 시간 t=1.8 × 10^10 년이다.
구해야 할 값: 경과 후 우라늄-238의 양 N이 현재 양 N_0의 몇 배인지이다.
주의할 조건: 반감기가 한 번 지날 때마다 처음 양에서 일정량을 빼는 것이 아니라 직전 양의 절반이 남는다.

사용할 공식

방사성 원소의 남은 양은 $N = N_0\left(\frac{1}{2}\right)^{t/T_{1/2}}$로 계산한다. 반감기마다 남은 양의 비율이 1/2이므로, 경과한 반감기 횟수 $t/T_{1/2}$를 지수로 사용한다.

계산 과정

1. 경과한 반감기 횟수는 $\frac{t}{T_{1/2}} = \frac{1.8 \times 10^{10}}{4.5 \times 10^{9}} = 4$이다.
2. 네 번의 반감기가 지났으므로 $\frac{N}{N_0} = \left(\frac{1}{2}\right)^4 = \frac{1}{16}$이다.
3. 따라서 $_{92}U^{238}$의 양은 현재의 1/16배로 감소한다.

선지 판단

① X — 1/2배는 반감기가 한 번 지난 뒤의 값이다. 이 문제에서는 네 번 지났으므로 올바르게는 1/16배이다.
② X — 1/4배는 반감기가 두 번 지난 뒤의 값이다. 올바르게는 1/16배이다.
③ O — 1.8 × 10^10 년은 반감기의 4배이고, $(1/2)^4 = 1/16$이므로 맞다.
④ X — 1/32배는 반감기가 다섯 번 지난 뒤의 값이다. 이 문제에서는 네 번 지났으므로 올바르게는 1/16배이다.

오답 포인트

경과 시간을 반감기로 나눈 값 4를 곧바로 감소 배수로 보면 안 된다. 반감기 횟수 4는 1/2의 지수이므로, 남은 비율은 1/2가 아니라 $(1/2)^4 = 1/16$이다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

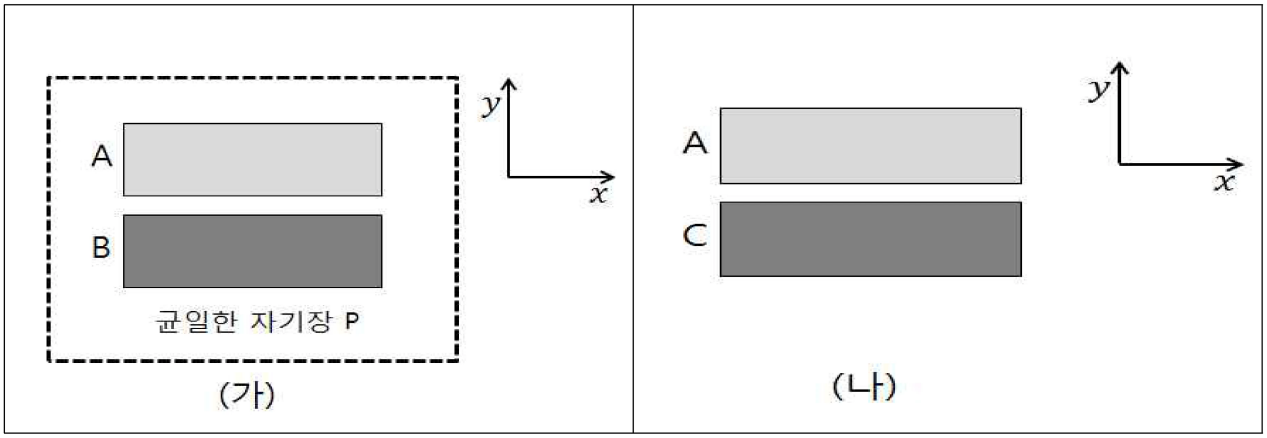
먼저 $n = t/T_{1/2}$로 경과한 반감기 횟수를 구하고, 남은 비율을 $N/N_0 = (1/2)^n$에 대입하여 판단한다.

암기 포인트

반감기 n번 후의 남은 양은 처음 양의 $1/2^n$이다.

NoteBase

문 14. (가)는 자기화되지 않은 물체 A, B를 $+x$ 방향의 균일한 자기장 영역 P에 고정시켜 놓은 것을, (나)는 (가)에서 자기장을 제거하고 B 대신에 자기화되지 않은 C를 놓아 고정시켜 놓은 것을 나타낸 것이다. (가)와 (나)에서 A와 B, A와 C 사이에는 서로 당기는 방향으로 자기력이 작용한다. A, B, C는 각각 강자성체, 상자성체, 반자성체를 순서를 없이 나타낸 것이다. <보기> 중 옳은 설명을 가장 잘 고른 것은?



㉠ A는 강자성체이다.

㉡ B는 P와 같은 방향으로 자기화 된다.

㉢ C의 오른쪽은 S극으로 자기화 된다.

① ㉡

② ㉢

③ ㉠, ㉡

④ ㉠, ㉢

정답 4번

출제 포인트

균일한 자기장 속에서 강자성체·상자성체·반자성체가 자기화되는 방향과, 자기장을 제거한 뒤 강자성체에 남는 자기화를 이용하여 A, B, C를 판별하는 문제이다.

NoteBase

선지별 해설

보기 판단

㉠ O: 자기장을 제거한 (나)에서도 A가 자기화되지 않은 C를 자기화하여 끌어당기므로 A에는 자기화가 남아 있다. 세 물체 중 자기장을 제거한 뒤에도 자기화가 남을 수 있는 것은 강자성체이므로 A는 강자성체이다.

㉡ X: (가)에서 A는 자기장 P와 같은 $+x$ 방향으로 자기화된다. A와 B는 위아래로 나란히 놓여 있으므로 같은 방향으로 자기화되면 서로 밀어내고, 반대 방향으로 자기화되면 서로 끌어당긴다. 두 물체가 끌어당기므로 B는 P와 반대인 $-x$ 방향으로 자기화되는 반자성체이다. 틀린 표현 'P와 같은 방향'은 'P와 반대 방향'으로 고쳐야 한다.

㉢ O: C는 남은 상자성체이다. (나)에서 $+x$ 방향으로 자기화된 A의 아래쪽 자기장은 $-x$ 방향이므로 C도 $-x$ 방향으로 자기화된다. 자기화 방향은 S극에서 N극을 향하므로 C의 오른쪽 끝은 S극이다.

선택지 판단

① X: ㉡만 옳다고 제시하지만 ㉡은 거짓이다. 올바르게는 ㉠과 ㉢이 옳다.

② X: ㉢은 옳지만 ㉠도 옳으므로 ㉢만 고른 것은 불완전하다. 올바르게는 ㉠과 ㉢을 함께 골라야 한다.

③ X: ㉠은 옳지만 ㉡은 거짓이므로 옳은 조합이 아니다. 올바르게는 ㉡ 대신 ㉢을 골라야 한다.

④ O: 옳은 설명인 ㉠과 ㉢을 모두 고른 조합이다.

오답 포인트

상자성체와 강자성체는 외부 자기장과 같은 방향으로, 반자성체는 반대 방향으로 자기화된다. 또한 막대들이 자기화 방향과 수직인 방향으로 나란히 놓였을 때 같은 방향의 두 자기 쌍극자는 밀어내고 반대 방향이면 끌어당긴다. 이 관계를 막대들이 일직선으로 놓인 경우와 혼동하면 ㉡을 잘못 판단하기 쉽다.

다시 나오면 이렇게 판단

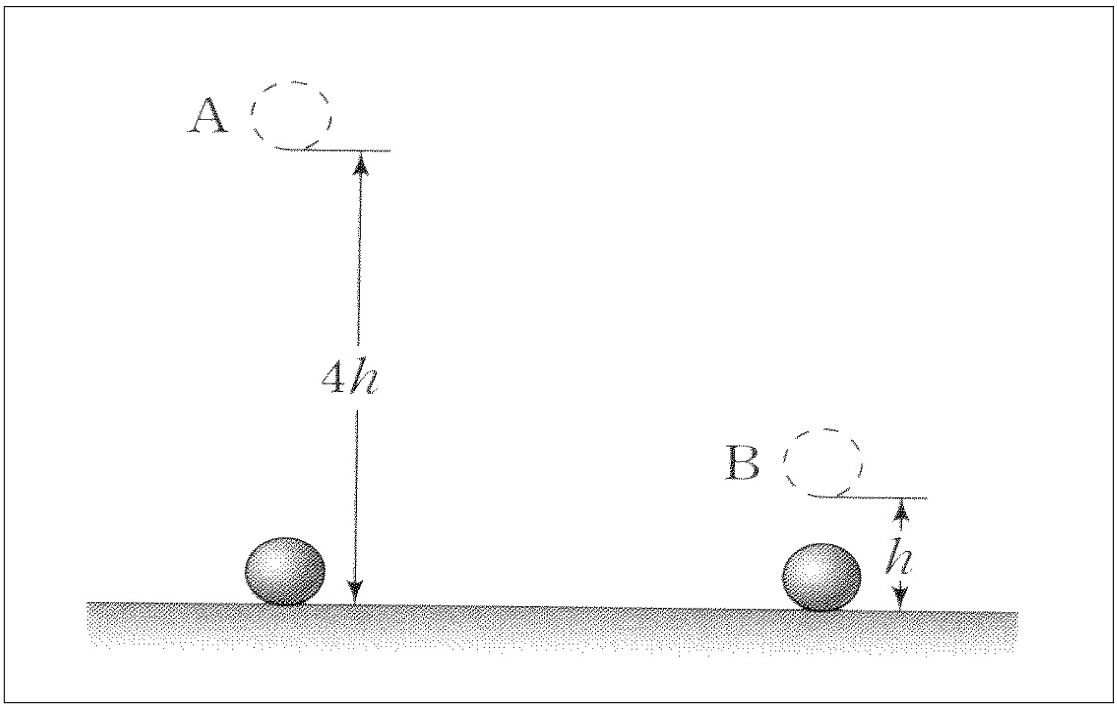
먼저 외부 자기장을 제거한 뒤에도 다른 물체를 자기화하는 물체를 강자성체로 정한다. 다음으로 자기장에 평행한 배치인지 수직인 나란한 배치인지 확인하고, 나란한 배치에서는 같은 방향의 자기화가 반발하고 반대 방향의 자기화가 인력임을 적용한다. 마지막으로 자기화 벡터가 S극에서 N극을 향한다는 사실로 양 끝의 극을 정한다.

암기 포인트

강자성체는 자기장을 제거해도 자기화가 남을 수 있고, 상자성체는 외부 자기장과 같은 방향, 반자성체는 반대 방향으로 자기화된다. 자기화 방향은 S극에서 N극 방향이다.

NoteBase

문 15. 그림과 같이 물체 A를 높이가 $4h$인 곳에서 가만히 놓고, 잠시 후에 물체 B를 높이가 h인 곳에서 가만히 놓았더니 두 물체가 낙하하여 동시에 바닥에 닿았다. B를 놓는 순간 A의 높이는? (단, 중력 가속도는 일정하고, 물체의 크기와 공기 저항은 무시한다.)



① h

② $\frac{3}{2}h$

③ $2h$

④ $3h$

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 자유 낙하 거리 $s = \frac{1}{2}gt^2$를 이용해 두 물체의 낙하 시간을 비교하고, B를 놓는 순간 A의 남은 높이를 구하는 문제이다.

조건 정리

A와 B는 모두 정지 상태에서 자유 낙하한다.
A의 전체 낙하 거리는 $4h$, B의 전체 낙하 거리는 h이다.
B를 놓은 뒤 두 물체가 바닥에 닿을 때까지 걸리는 시간은 같다.
구해야 할 값은 B를 놓는 순간 A의 바닥으로부터의 높이이다.

NoteBase

사용할 공식

정지 상태에서 자유 낙하한 거리는

$$s = \frac{1}{2}gt^2$$

이다. 두 물체 모두 처음 속력이 0이고 중력 가속도가 일정하므로 이 공식을 사용한다. 따라서 낙하 시간은 낙하 거리의 제곱근에 비례한다.

계산 과정

B의 낙하 시간을 t, A의 전체 낙하 시간을 T라 한다.

$$h = \frac{1}{2}gt^2$$
$$4h = \frac{1}{2}gT^2$$

두 식을 나누면 $T^2 = 4t^2$이므로 $T = 2t$이다. 두 물체가 동시에 바닥에 닿으므로 B는 A가 낙하를 시작한 뒤 $T - t = t$가 지난 순간에 놓인다. 이때까지 A가 낙하한 거리는

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

이다. 따라서 A의 남은 높이는 $4h - h = 3h$이다.

선지 판단

① X — h는 B를 놓는 순간까지 A가 낙하한 거리이지 A의 남은 높이가 아니다. 올바른 높이는 $3h$이다.
② X — 계산 결과는 $\frac{3}{2}h$가 아니라 $3h$이다.
③ X — $2h$는 시간이 절반이면 낙하 거리도 절반이라고 잘못 본 값이다. 낙하 거리는 시간의 제곱에 비례하므로 A는 전체 시간의 절반 동안 전체 거리의 $\frac{1}{4}$인 h만큼 낙하하며, 남은 높이는 $3h$이다.
④ O — B를 놓는 순간 A는 h만큼 낙하했으므로 바닥으로부터의 높이는 $4h - h = 3h$이다.

계산 결과가 $3h$이므로 정답은 4번이다.

오답 포인트

B를 놓는 순간 A가 낙하한 거리 h와 A의 남은 높이 $3h$를 혼동하기 쉽다. 또한 낙하 시간의 비와 낙하 거리의 비를 같게 보면 안 된다. 자유 낙하 거리는 시간에 비례하지 않고 시간의 제곱에 비례한다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

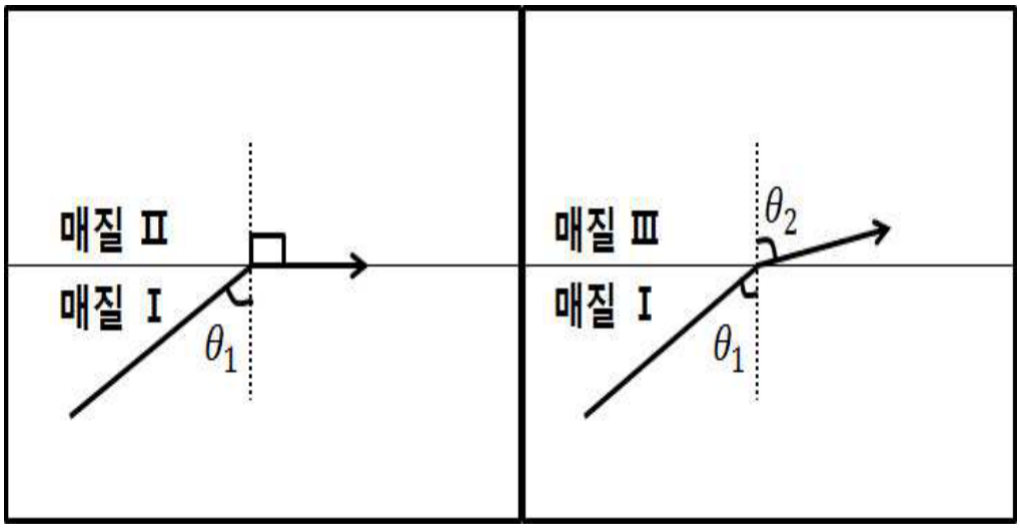
먼저 각 물체의 전체 낙하 시간을 $s = \frac{1}{2}gt^2$로 비교한다. 동시 도착 조건으로 늦게 놓은 시각을 구한 뒤, 먼저 떨어진 물체의 낙하 거리와 남은 높이를 구분해 계산한다.

암기 포인트

자유 낙하에서는 $s \propto t^2$이다. 시간 비가 $1:2$이면 거리 비는 $1:4$이다.

NoteBase

문 16. (가)는 매질 Ⅰ에서 매질 Ⅱ를 향해 입사각 θ_1으로 입사한 빛이 두 매질의 경계면을 따라 진행하는 모습을 나타낸 것이고, (나)는 매질 Ⅰ에서 매질 Ⅲ를 향해 입사각 θ_1으로 입사한 빛이 굴절각 θ_2로 굴절하여 진행하는 모습을 나타낸 것이다.
<보기> 중 옳은 설명을 가장 잘 고른 것은?



(가) (나)

㉠ 굴절률은 매질 Ⅰ이 매질 Ⅲ보다 작다.
㉡ 굴절률은 매질 Ⅱ가 매질 Ⅲ보다 크다.
㉢ (가)에서 매질 Ⅰ에서 매질 Ⅱ로, 입사각 θ_2로 빛이 입사하면 경계면에서 전반사가 일어난다.

① ㉢
② ㉠, ㉡
③ ㉠, ㉢
④ ㉡, ㉢

정답 1번

출제 포인트

임계각에서의 굴절과 스넬 법칙을 이용하여 세 매질의 굴절률을 비교하고, 전반사 조건을 판단하는 문제이다.

조건 정리

(가)에서는 매질 Ⅰ에서 매질 Ⅱ로 진행한 빛의 굴절각이 90 °이므로 θ_1은 임계각이다. 따라서 $n_{\mathrm{I}} > n_{\mathrm{II}}$이고 $n_{\mathrm{I}} \sin\theta_1 = n_{\mathrm{II}}$이다.
(나)에서는 같은 입사각 θ_1에 대해 굴절각이 θ_2이며, 그림에서 $\theta_2 > \theta_1$이다.

NoteBase

사용할 공식

스넬 법칙은 다음과 같다.

$n_1 \sin i = n_2 \sin r$

두 그림에서 입사 매질과 입사각이 같으므로 굴절률과 굴절각의 관계를 직접 비교할 수 있다. 전반사는 굴절률이 큰 매질에서 작은 매질로 진행하면서 입사각이 임계각보다 클 때 일어난다.

계산 과정

(가)에서 굴절각이 90 °이므로

$n_{\mathrm{I}} \sin \theta_1 = n_{\mathrm{II}}$

이다. (나)에 스넬 법칙을 적용하면

$n_{\mathrm{I}} \sin \theta_1 = n_{\mathrm{III}} \sin \theta_2$

이므로

$n_{\mathrm{II}} = n_{\mathrm{III}} \sin \theta_2 < n_{\mathrm{III}}$

이다. 또한 $\theta_2 > \theta_1$이므로 (나)의 스넬 법칙에서 $n_{\mathrm{I}} > n_{\mathrm{III}}$이다. 따라서 굴절률의 순서는 $n_{\mathrm{I}} > n_{\mathrm{III}} > n_{\mathrm{II}}$이다. 매질 Ⅰ에서 매질 Ⅱ로 입사할 때 임계각은 θ_1이므로, 더 큰 각 θ_2로 입사하면 전반사가 일어난다. 따라서 ㉠은 X, ㉡은 X, ㉢은 O이다.

선지 판단

① O — ㉢만 옳다. θ_2는 매질 Ⅰ과 매질 Ⅱ 사이의 임계각 θ_1보다 크므로 전반사가 일어난다.

② X — ㉠과 ㉡은 모두 옳지 않다. 굴절률은 $n_{\mathrm{I}} > n_{\mathrm{III}}$이고 $n_{\mathrm{II}} < n_{\mathrm{III}}$이다. 올바른 조합은 '㉢'이다.

③ X — ㉠의 '매질 Ⅰ이 매질 Ⅲ보다 작다'가 틀렸다. $\theta_2 > \theta_1$이므로 올바르게는 '매질 Ⅰ의 굴절률이 매질 Ⅲ보다 크다'이다. 올바른 조합은 '㉢'이다.

④ X — ㉡의 '매질 Ⅱ가 매질 Ⅲ보다 크다'가 틀렸다. $n_{\mathrm{II}} = n_{\mathrm{III}} \sin \theta_2$이고 $\sin \theta_2 < 1$이므로 올바르게는 '매질 Ⅱ의 굴절률이 매질 Ⅲ보다 작다'이다. 올바른 조합은 '㉢'이다.

오답 포인트

(가)의 경계면을 따라가는 굴절광은 굴절각이 90 °인 임계 상태이다. 이를 단순한 굴절로만 보면 θ_1이 임계각이라는 사실을 놓치기 쉽다. 또한 (나)에서 법선과 이루는 각을 비교해야 하며, $\theta_2 > \theta_1$이라는 관계가 굴절률 비교의 핵심이다.

다시 나오면 이렇게 판단

경계면을 따라 굴절하면 먼저 굴절각을 90 °로 두어 임계각 관계를 만든다. 같은 입사 매질과 같은 입사각이 제시되면 스넬 법칙의 좌변이 같다는 점을 이용하고, 마지막으로 '큰 굴절률에서 작은 굴절률로'와 '입사각이 임계각보다 큼'을 함께 확인하여 전반사를 판단한다.

NoteBase

암기 포인트

임계각에서는 굴절각이 90 °이고, 임계각보다 큰 입사각에서는 전반사가 일어난다. 이 문항의 굴절률 순서는 $n_{\mathrm{I}} > n_{\mathrm{III}} > n_{\mathrm{II}}$이다.

NoteBase

문 17. 다음은 전자기파의 특징과 이용분야를 나타낸 것이다. ㉠, ㉡에 해당하는 전자기파의 명칭을 가장 잘 고른 것은?

전자기파	특징과 이용분야
㉠	원자핵이 붕괴하는 경우에 발생한다. 투과력이 강하며, 암을 치료하는데 이용된다.
㉡	열을 내는 물체에서 주로 발생하며, 리모컨 등에 이용된다.

① ㉠: X선, ㉡: 자외선

② ㉠: γ선, ㉡: 적외선

③ ㉠: 자외선, ㉡: 가시광선

④ ㉠: 가시광선, ㉡: 전파

정답 2번

출제 포인트

전자기파의 발생 원인과 대표적인 이용 분야를 근거로 감마선과 적외선을 구별하는 문제이다.

핵심 개념

감마선: 들뜬 원자핵의 전이나 방사성 붕괴 과정에서 방출되는 매우 짧은 파장의 전자기파로, 투과력이 강하여 암 치료 등에 이용된다.
적외선: 가시광선보다 파장이 길고 물체의 열복사와 밀접한 전자기파로, 리모컨·열화상 장치 등에 이용된다.
따라서 ㉠은 γ선이고 ㉡은 적외선이다.

NoteBase

선지별 해설

① X — '㉠: X선, ㉡: 자외선'이 모두 틀렸다. 원자핵의 붕괴와 강한 투과력은 γ선의 특징이고, 열을 내는 물체에서 방출되어 리모컨에 이용되는 것은 적외선이다. 올바른 짝은 '㉠: γ선, ㉡: 적외선'이다.
② O — ㉠의 원자핵 붕괴·강한 투과력·암 치료는 γ선과 일치하고, ㉡의 열복사·리모컨 이용은 적외선과 일치한다.
③ X — '㉠: 자외선, ㉡: 가시광선'이 모두 틀렸다. 자외선과 가시광선이 아니라 각각 γ선과 적외선이어야 한다. 올바른 짝은 '㉠: γ선, ㉡: 적외선'이다.
④ X — '㉠: 가시광선, ㉡: 전파'가 모두 틀렸다. 가시광선과 전파가 아니라 각각 γ선과 적외선이어야 한다. 올바른 짝은 '㉠: γ선, ㉡: 적외선'이다.

오답 포인트

㉠은 투과력이 강하다는 말만 보고 X선으로 고르기 쉽지만, '원자핵이 붕괴하는 경우에 발생한다'는 발생 원인이 γ선을 결정한다. ㉡은 '열을 내는 물체'와 '리모컨'이라는 두 단서가 모두 적외선을 가리킨다.

다시 나오면 이렇게 판단

전자기파는 먼저 발생 원인으로 판별하고 이용 분야로 확인한다. 원자핵의 전이·붕괴이면 γ선, 열복사·리모컨이면 적외선으로 판단한다.

암기 포인트

원자핵 붕괴·암 치료는 γ선, 열복사·리모컨은 적외선이다.

NoteBase

문 18. <보기> 중 옳은 설명을 가장 잘 고른 것은?

㉠ 열역학 제1법칙은 열에너지를 포함한 역학적 에너지가 보존됨을 말한다.
㉡ 열역학 제2법칙은 자연현상의 방향성을 설명한다.
㉢ 효율이 100%인 열기관은 열역학 제2법칙에 위배된다.
㉣ 에너지를 생산하면서 영구히 가동되는 기관은 제2종 영구기관이다.

① ㉠, ㉡
② ㉡, ㉢
③ ㉠, ㉡, ㉢
④ ㉡, ㉢, ㉣

정답 3번

출제 포인트

열역학 제1법칙과 제2법칙의 의미, 그리고 제1종·제2종 영구기관의 차이를 구별하는 문제이다.

핵심 개념

열역학 제1법칙은 열과 일을 포함한 에너지의 보존을 나타낸다. 열역학 제2법칙은 열이 스스로 고온부에서 저온부로 흐르는 것과 같은 자연현상의 방향성을 설명하며, 하나의 열원에서 받은 열을 전부 일로 바꾸는 열기관은 존재할 수 없음을 뜻한다.
제1종 영구기관은 외부에서 에너지를 공급받지 않고도 에너지를 계속 만들어 내므로 제1법칙에 위배된다. 제2종 영구기관은 에너지를 새로 만들지는 않지만 하나의 열원에서 받은 열을 모두 일로 바꾸므로 제2법칙에 위배된다.

선지별 해설

① X — ㉠과 ㉡은 옳지만 옳은 ㉢이 빠져 있다. 올바르게는 ㉠, ㉡, ㉢을 모두 골라야 한다.
② X — ㉡과 ㉢은 옳지만 옳은 ㉠이 빠져 있다. 올바르게는 ㉠, ㉡, ㉢을 모두 골라야 한다.
③ O — ㉠은 에너지 보존을 설명하고, ㉡은 자연현상의 방향성을 설명하며, ㉢의 효율 100% 열기관은 열역학 제2법칙에 위배되므로 세 설명이 모두 옳다.
④ X — ㉡과 ㉢은 옳지만 ㉣이 틀렸다. ㉣의 '제2종 영구기관'은 '제1종 영구기관'으로 고쳐야 한다. 에너지를 생산하면서 영구히 가동되는 기관은 에너지 보존 법칙을 어기는 제1종 영구기관이다.

오답 포인트

㉣에서 영구기관의 종류를 뒤바꾼 것이 핵심 함정이다. '에너지를 생산한다'는 표현은 에너지 보존 자체를 위반하므로 제2종이 아니라 제1종 영구기관에 해당한다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

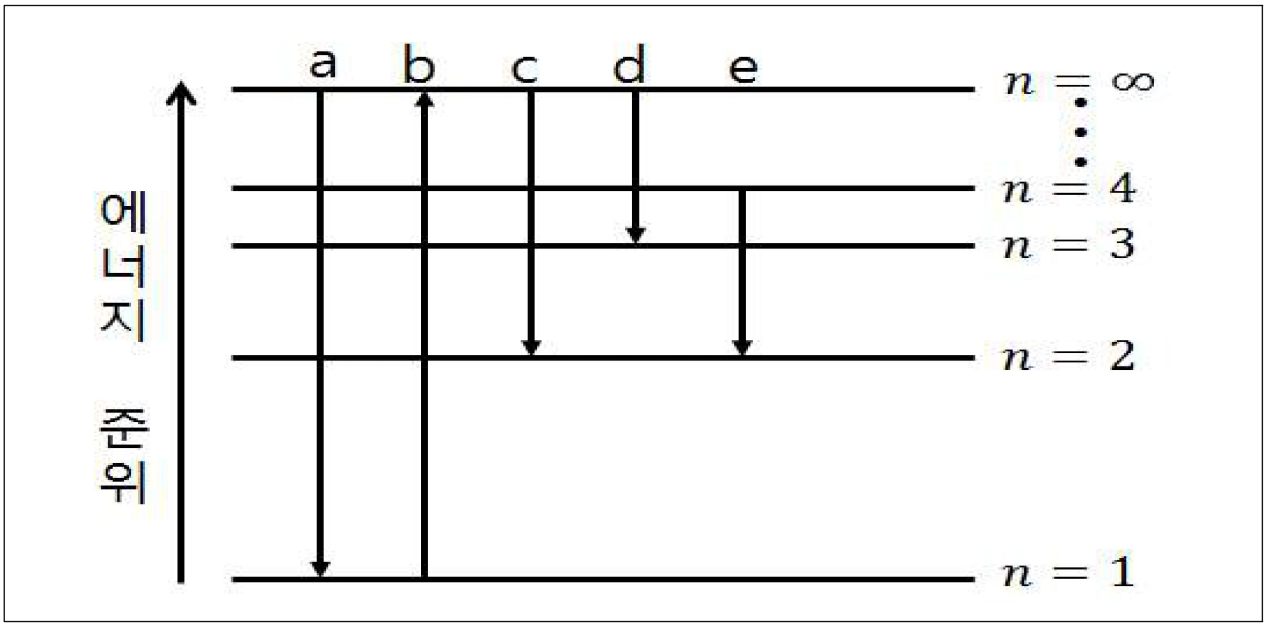
에너지를 새로 만들어 내면 제1법칙 위반인 제1종 영구기관으로 판단하고, 열을 전부 일로 바꾸는 등 자연현상의 방향성을 거스르면 제2법칙 위반인 제2종 영구기관으로 판단한다.

암기 포인트

제1법칙은 에너지 보존, 제2법칙은 자연현상의 방향성이다. 제1종은 에너지 창조, 제2종은 열의 완전한 일 전환이다.

NoteBase

문 19. 그림은 수소 원자의 전자 전이를 나타낸 것이다. 전자 전이 a~e에 대해 <보기> 중 옳은 설명을 가장 잘 고른 것은?(단, 수소 원자의 에너지 준위는 $E_n = -\frac{1,312}{n^2} = KJ/mol$이다.)



㉠ 파장이 가장 짧은 빛을 방출하는 것은 a이다.

㉡ d에 의해 방출되는 빛은 적외선 영역에 해당한다.

㉢ b에 해당하는 에너지는 수소 원자의 이온화 에너지와 같다.

① ㉠, ㉡

② ㉠, ㉢

③ ㉡, ㉢

④ ㉠, ㉡, ㉢

정답 4번

출제 포인트

수소 원자의 전이 전후 에너지 차이로 광자의 에너지와 파장을 판단하고, 바닥상태에서 연속 준위로 가는 전이를 이온화와 연결하는 문제이다.

조건 정리

방출 전이는 a($n = \infty \rightarrow 1$), c($n = \infty \rightarrow 2$), d($n = \infty \rightarrow 3$), e($n = 4 \rightarrow 2$)이고, b는 $n = 1 \rightarrow \infty$의 흡수 전이이다. 방출 광자의 에너지는 높은 준위와 낮은 준위의 에너지 차이이며, 에너지가 클수록 파장은 짧다.

NoteBase

기출OX 해설집 · 공무원/해경/일반직 9급 · 물리 · 2018 · 2차

사용할 공식

에너지 준위는 $E_n = -\frac{1,312}{n^2} kJ/mol$이고, 전이 에너지의 크기는 $|\Delta E| = |E_f - E_i|$이다. 광자 에너지와 파장은 $E = hc/\lambda$의 관계이므로 에너지가 클수록 파장은 짧아진다.

계산 과정

a: $|\Delta E_a| = 1,312 kJ/mol$
c: $|\Delta E_c| = 1,312/4 = 328 kJ/mol$
d: $|\Delta E_d| = 1,312/9 \approx 145.8 kJ/mol$
e: $|\Delta E_e| = 1,312(1/4 - 1/16) = 246 kJ/mol$
따라서 방출 전이 중 에너지가 가장 큰 a의 파장이 가장 짧다. d의 에너지를 광자 한 개 기준으로 바꾸어 $\lambda = hcN_A/|\Delta E_d|$에 대입하면 약 $821 nm$이므로 적외선 영역이다. 또한 b는 바닥상태 $n = 1$에서 $n = \infty$로 전자를 떼어 내는 전이이므로 필요한 에너지 $1,312 kJ/mol$은 수소 원자의 이온화 에너지와 같다. 따라서 ㉠, ㉡, ㉢은 모두 옳다.

선지별 해설

① X - ㉠과 ㉡은 옳지만, 옳은 ㉢을 빠뜨렸다. 올바른 조합은 ㉠, ㉡, ㉢이다.
② X - ㉠과 ㉢은 옳지만, d의 방출 파장이 약 $821 nm$인 적외선이라는 옳은 ㉡을 빠뜨렸다. 올바른 조합은 ㉠, ㉡, ㉢이다.
③ X - ㉡과 ㉢은 옳지만, 방출 에너지가 가장 큰 a의 파장이 가장 짧다는 옳은 ㉠을 빠뜨렸다. 올바른 조합은 ㉠, ㉡, ㉢이다.
④ O - a의 파장이 가장 짧고, d는 적외선을 방출하며, b의 전이 에너지는 이온화 에너지와 같으므로 ㉠, ㉡, ㉢을 모두 고른 조합이다.

오답 포인트

화살표가 아래쪽이면 방출, 위쪽이면 흡수이다. 준위 그림에서 선 사이의 세로 간격만 비교하거나 b를 방출 전이로 보는 것이 함정이다. 에너지 차이는 주어진 $1/n^2$ 식으로 계산해야 하며, $n = \infty$는 에너지가 0인 이온화 한계이다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 화살표 방향으로 흡수와 방출을 구분하고, 각 전이에 대해 $|E_f - E_i|$를 계산한다. 파장은 에너지와 반비례하며, $n = 1 \to \infty$에 필요한 에너지는 바닥상태 이온화 에너지라는 기준으로 판단한다.

암기 포인트

큰 전이 에너지일수록 짧은 파장이고, $n = 1 \leftrightarrow \infty$의 에너지 차이는 수소 원자의 바닥상태 이온화 에너지이다.

NoteBase

문 20. A가 20 m 떨어진 B를 부를 때, A가 만들어낸 음파의 진동수가 100 Hz라면, B가 듣게 되는 음파의 파장과 주기로 가장 옳은 것은? (단, 공기 중의 음속은 340 m/s이다.)

① 파장: 3.4 m, 주기: 100 s

② 파장: 3.4 m, 주기: 0.01 s

③ 파장: 100 m, 주기: 0.01 s

④ 파장: 0.01 m, 주기: 3.4 s

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 파동의 속력 관계 $v = f\lambda$와 주기·진동수 관계 $T = 1/f$를 이용해 음파의 파장과 주기를 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 음속 $v = 340 m/s$, 진동수 $f = 100 Hz$이다.
구해야 할 값: 파장 λ와 주기 T이다.
주의할 조건: A와 B 사이의 거리 $20 m$는 음파가 도달하는 데 걸리는 시간에는 영향을 주지만, 음원과 관측자의 상대 운동이 없으므로 파장과 주기를 바꾸지 않는다.

사용할 공식

파동의 속력은 $v = f\lambda$이므로 $\lambda = v/f$이다. 또한 주기는 진동수의 역수이므로 $T = 1/f$이다.
음속과 진동수가 주어졌으므로 첫 번째 관계로 파장을 구하고, 1초당 진동 횟수인 진동수의 역수로 한 번 진동하는 데 걸리는 주기를 구한다.

계산 과정

1. 파장은
$\lambda = \frac{v}{f} = \frac{340 m/s}{100 s^{-1}} = 3.4 m$
이다.
2. 주기는
$T = \frac{1}{f} = \frac{1}{100 s^{-1}} = 0.01 s$
이다.
따라서 파장은 $3.4 m$, 주기는 $0.01 s$이다.

NoteBase

선지 판단

① X — 파장 $3.4m$는 맞지만 주기 $100s$가 틀렸다. 진동수와 주기를 같은 값으로 본 오류이며, 올바른 주기는 $0.01s$이다.
② O — 파장 $3.4m$, 주기 $0.01s$로 두 계산 결과가 모두 일치한다.
③ X — 주기 $0.01s$는 맞지만 파장 $100m$가 틀렸다. 진동수의 수치 100을 파장으로 잘못 옮긴 것이며, 올바른 파장은 $3.4m$이다.
④ X — 파장 $0.01m$와 주기 $3.4s$가 모두 틀렸다. 파장과 주기의 계산값을 서로 바꾸어 단위까지 잘못 붙인 것이며, 올바르게는 파장 $3.4m$, 주기 $0.01s$이다.

오답 포인트

진동수 $100Hz$를 주기 $100s$로 그대로 옮기거나, 계산된 파장 3.4와 주기 0.01을 서로 바꾸는 것이 함정이다. 진동수는 1초당 진동 횟수이고 주기는 한 번 진동하는 시간이므로 두 양은 역수 관계이다.

다시 나오면 이렇게 판단

음속과 진동수가 주어지면 먼저 $\lambda = v/f$로 파장을, 이어서 $T = 1/f$로 주기를 구한다. 마지막에 파장의 단위가 m, 주기의 단위가 s인지 확인한다. 음원과 관측자의 상대 운동이 없다면 전파 거리는 파장과 주기 계산에서 제외된다.

암기 포인트

파동은 $v = f\lambda$, 주기는 $T = 1/f$이다.

NoteBase