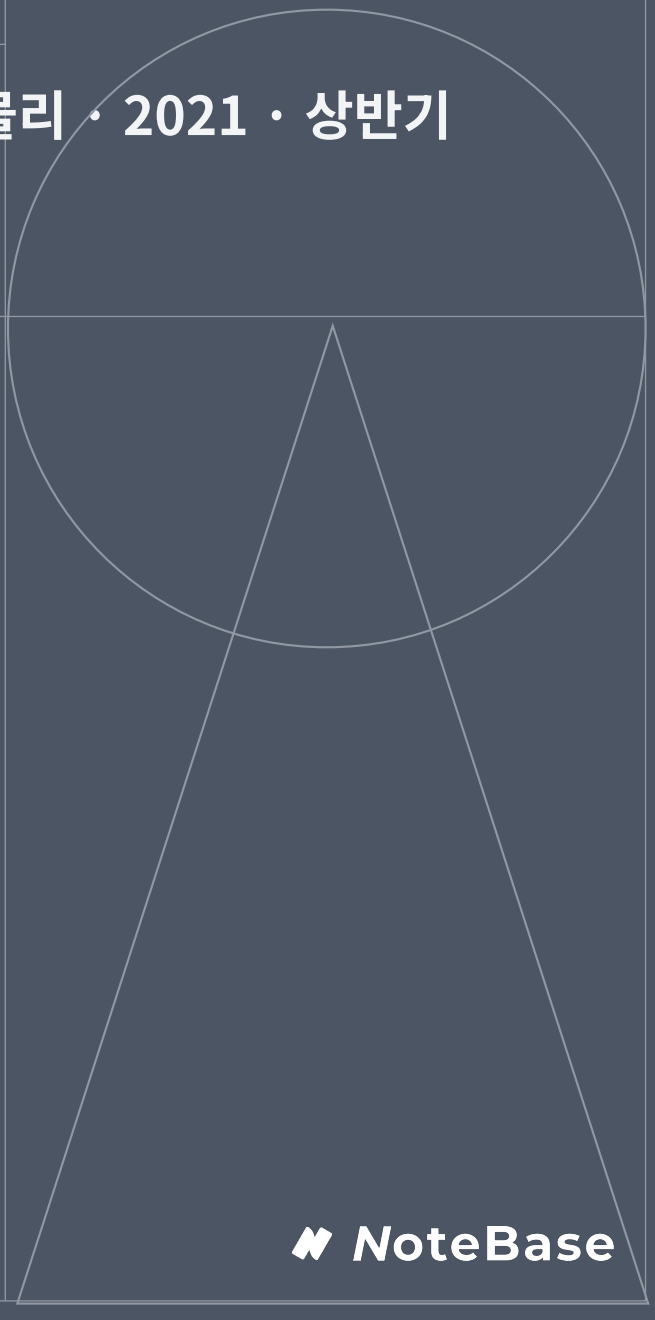
기출OX 해설집

공무원/해경/일반직 9급 · 물리 · 2021 · 상반기



NoteBase

기출OX 해설집

공무원/해경/일반직 9급 · 물리 · 2021 · 상반기

공무원/해경/일반직 9급 · 물리 · 2021 · 상반기

문 1. 몸무게가 80 kg중인 사람이 탄 엘리베이터가 4 m/s의 등속도로 올라가고 있을 때, 엘리베이터의 밑바닥이 받는 힘(N)은? (단, 중력 가속도는 10 m/s^{2}이다.)

① 0

② 320

③ 400

④ 800

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 등속 운동에서 가속도가 0이므로 알짜힘도 0이라는 점을 이용해 엘리베이터 바닥이 받는 힘을 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 사람의 질량은 $m = 80kg$, 중력 가속도는 $g = 10m/s^2$이다.
구해야 할 값: 사람이 엘리베이터 바닥에 가하는 힘이다.
주의할 조건: 엘리베이터가 $4m/s$로 등속 운동하므로 속력은 0이 아니지만 가속도는 $a = 0$이다.

사용할 공식

사람에게 연직 위쪽으로 작용하는 바닥의 수직항력을 N이라 하면 뉴턴의 제2법칙은 다음과 같다.
$N - mg = ma$
등속 운동이므로 $a = 0$이고, 따라서 $N = mg$이다. 사람이 바닥에 가하는 힘과 바닥이 사람에게 가하는 힘은 작용·반작용 관계이므로 크기가 같다.

계산 과정

1. 등속 운동 조건에서 $a = 0$이다.
2. 수직항력은 $N = mg = 80kg \times 10m/s^2 = 800N$이다.
3. 작용·반작용에 따라 엘리베이터 바닥이 받는 힘의 크기도 $800N$이다.

NoteBase

선지 판단

① X — 0은 가속도가 0이라는 사실을 바닥이 받는 힘도 0이라고 혼동한 값이다. 틀린 값 0이 아니라, 바닥이 받는 힘은 사람의 무게와 같은 $800N$이다.
② X — 320은 질량 80에 속력 4를 곱한 값으로, $mv = 320kg \cdot m/s$는 운동량이지 힘이 아니다. 올바르게는 속력이 아니라 중력 가속도를 곱해 $mg = 800N$으로 계산한다.
③ X — 400은 등속 운동 조건에서 얻어지는 값이 아니다. 가속도가 0이면 수직항력 전체가 무게와 평형을 이루므로 올바른 값은 $400N$이 아니라 $800N$이다.
④ O — $N = mg = 80 \times 10 = 800N$이고 작용·반작용에 따라 바닥이 받는 힘도 $800N$이다.

오답 포인트

등속도의 '속도'에 주어진 $4m/s$를 억지로 공식에 넣는 것이 함정이다. 힘의 크기는 속도가 아니라 가속도에 의해 달라지며, 등속 운동에서는 가속도가 0이므로 수직항력과 무게가 평형을 이룬다.

다시 나오면 이렇게 판단

엘리베이터 문제에서는 먼저 운동 방향이 아니라 가속도의 방향과 크기를 확인한다. 가속도가 0이면 $N = mg$, 위쪽 가속이면 $N > mg$, 아래쪽 가속이면 $N < mg$로 판단한다.

암기 포인트

등속 엘리베이터에서는 $a = 0$이므로 $N = mg$이다.

NoteBase

문 2. 변압기에서 1차 코일과 2차 코일의 감은 횟수의 비가 5:2일 때 2차 코일에 저항 10Ω의 전열기를 연결하였더니 10A의 전류가 흘렀다. 변압기의 전력 손실이 없다면 1차 코일의 전압은 몇 V인가?

① 150

② 250

③ 500

④ 750

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 옴의 법칙으로 2차 코일의 전압을 구한 뒤, 이상적 변압기의 전압비와 감은 횟수비가 같다는 관계를 적용해 1차 코일의 전압을 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: $N_1 : N_2 = 5 : 2$, $R = 10\Omega$, $I_2 = 10A$이다.
구해야 할 값: 1차 코일의 전압 V_1이다.
주의할 조건: 전력 손실이 없으므로 이상적 변압기로 보고 $V_1/V_2 = N_1/N_2$를 적용한다.

사용할 공식

전열기에 걸리는 2차 전압은 옴의 법칙 $V_2 = I_2R$로 구한다. 변압기의 전압비는 감은 횟수비와 같으므로 $V_1/V_2 = N_1/N_2$이다. 전열기가 2차 코일에 직접 연결되어 있으므로 전열기 양단 전압이 곧 2차 코일의 전압이다.

계산 과정

1. 2차 코일의 전압을 구하면
$V_2 = I_2R = (10A)(10\Omega) = 100V$
이다.
2. 감은 횟수비를 전압비에 적용하면
$\frac{V_1}{V_2} = \frac{N_1}{N_2} = \frac{5}{2}$
이다.
3. 따라서
$V_1 = 100V \times \frac{5}{2} = 250V$
이다.

NoteBase

선지 판단

① X — 150V는 계산 결과와 일치하지 않는다. 틀린 값 150V가 아니라 올바른 1차 전압은 250V이다.
② O — 옴의 법칙으로 구한 $V_2 = 100V$에 감은 횟수비 5/2를 곱하면 $V_1 = 250V$이므로 옳다.
③ X — 500V는 계산 결과와 일치하지 않는다. 틀린 값 500V가 아니라 올바른 1차 전압은 250V이다.
④ X — 750V는 계산 결과와 일치하지 않는다. 틀린 값 750V가 아니라 올바른 1차 전압은 250V이다.

오답 포인트

전열기의 저항과 전류를 곧바로 변압기 비례식에 넣으면 안 된다. 먼저 $V_2 = I_2R = 100V$를 구하고, 1차 코일의 감은 횟수가 더 많으므로 V_1이 V_2보다 큰지 검산해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

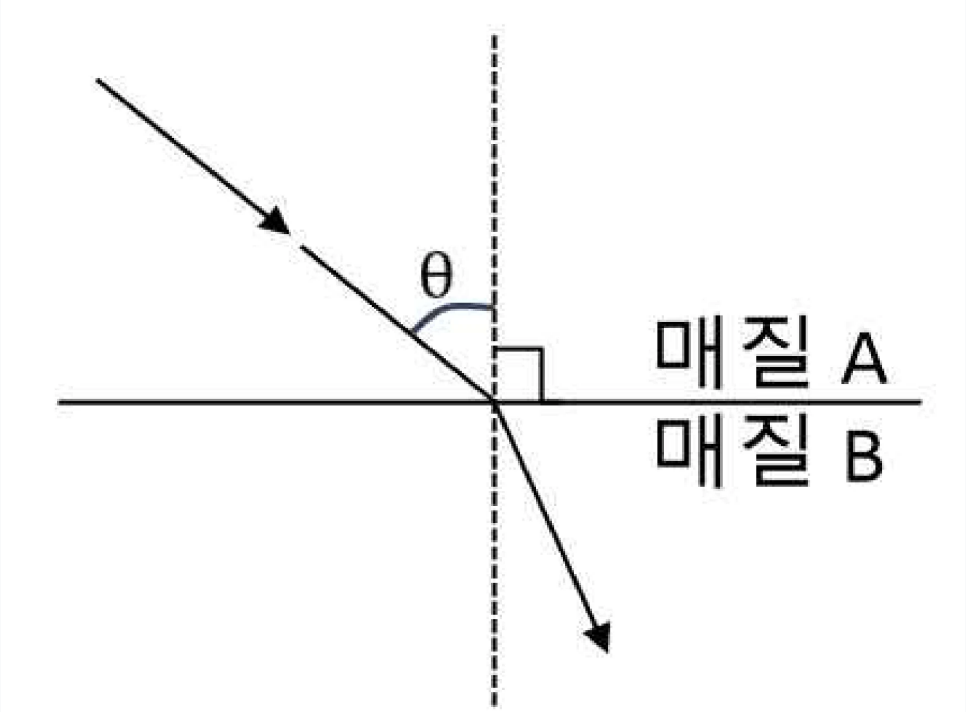
부하의 저항과 전류로 부하 전압을 먼저 구한 뒤, $V_1/V_2 = N_1/N_2$에 대응시킨다. 마지막에는 감은 횟수가 많은 쪽의 전압이 더 큰지 확인한다.

암기 포인트

이상적 변압기에서는 전압비가 감은 횟수비와 같다: $V_1 : V_2 = N_1 : N_2$.

NoteBase

문 3. 아래 그림과 같이 서로 다른 물질의 경계면에서 빛이 진행되고 있다. 다음 <보기> 중 옳은 것을 모두 고른 것은?



<보기>

㉠ 매질 A의 굴절률이 B의 굴절률보다 더 작다.

㉡ 입사각 θ를 아무리 크게 하여도 전반사는 일어나지 않는다.

㉢ 매질 B에서 빛의 속력이 A보다 더 빠르다.

① ㉠

② ㉡

③ ㉠, ㉡

④ ㉡, ㉢

정답 3번

출제 포인트

빛이 매질 A에서 매질 B로 진행할 때 굴절광이 법선 쪽으로 꺾이는 모습으로부터 두 매질의 굴절률과 빛의 속력 관계, 전반사 가능성을 판단하는 문제이다. 굴절각이 입사각보다 작으므로 매질 B의 굴절률이 더 크다.

NoteBase

선지별 해설

① X
㉠은 옳지만 ㉡도 옳으므로 옳은 내용을 모두 고른 답이 아니다. 올바르게는 ㉠, ㉡을 함께 골라야 한다.

② X
㉡은 옳지만 ㉠도 옳으므로 옳은 내용을 모두 고른 답이 아니다. 올바르게는 ㉠, ㉡을 함께 골라야 한다.

③ O
그림에서 빛은 A에서 B로 들어가며 법선 쪽으로 굴절한다. 따라서 $n_A < n_B$이므로 ㉠은 옳다. 빛이 굴절률이 작은 A에서 큰 B로 진행할 때에는 입사각을 크게 해도 전반사가 일어나지 않으므로 ㉡도 옳다.

④ X
㉡은 옳지만 ㉢은 틀리고, 옳은 ㉠이 빠져 있다. 빛의 속력은 $v = c/n$이므로 굴절률이 더 큰 B에서 더 느리다. 따라서 '매질 B에서 빛의 속력이 A보다 더 빠르다'는 표현은 '매질 B에서 빛의 속력이 A보다 더 느리다'로 고쳐야 하며, 올바른 조합은 ㉠, ㉡이다.

오답 포인트

빛이 법선 쪽으로 꺾였다는 것은 진행한 매질 B의 굴절률이 더 크다는 뜻이다. 또한 전반사는 굴절률이 큰 매질에서 작은 매질로 진행할 때만 가능하므로, A에서 B로 가는 이 그림에서는 입사각을 크게 해도 전반사가 일어나지 않는다.

다시 나오면 이렇게 판단

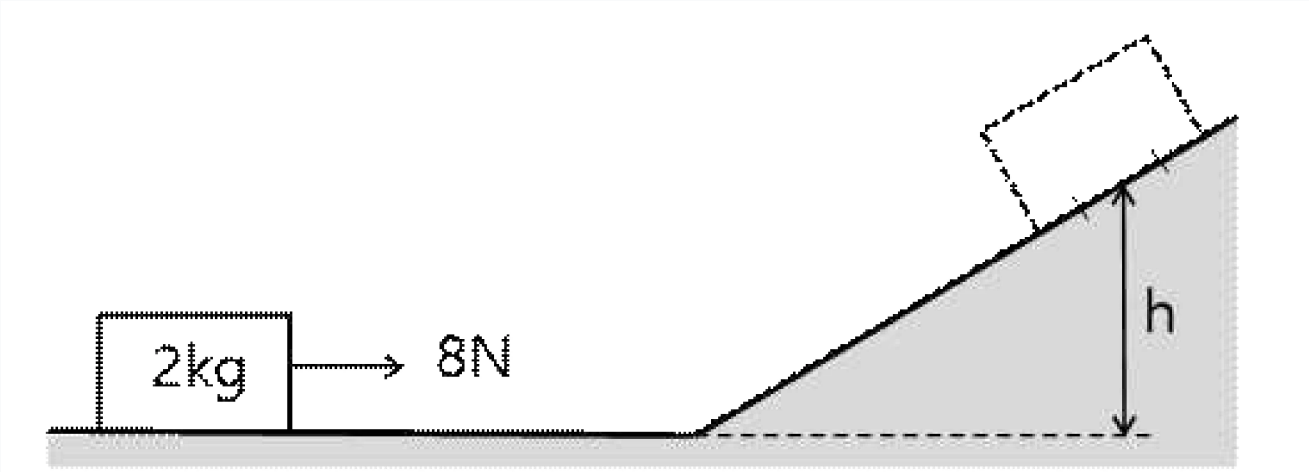
먼저 굴절광이 법선에 가까워졌는지 확인한다. 법선에 가까워진 쪽은 굴절률이 크고 빛의 속력이 느리다.
전반사는 반드시 굴절률이 큰 쪽에서 작은 쪽으로 진행할 때만 검토한다.

암기 포인트

법선 쪽으로 굴절하면 굴절률은 커지고 속력은 작아진다. 전반사는 큰 굴절률에서 작은 굴절률로 진행할 때만 가능하다.

NoteBase

문 4. 아래 그림과 같이 수평면에 정지해 있던 질량이 2 kg인 물체에 수평 방향으로 8 N의 힘을 2초 동안 작용하였다. 물체가 수평면을 지나서 경사면을 따라 도달할 수 있는 수평면으로부터의 최대 높이 h(m)는? (단, 수평력이 작용되는 동안 물체는 수평면에 있고, 물체의 크기 및 모든 마찰과 공기 저항은 무시하며, 중력 가속도는 10 m/s^2이다.)



① 64

② 32

③ 6.4

④ 3.2

정답 4번

출제 포인트

일정한 힘이 작용하는 동안 얻은 속력을 운동 에너지로 바꾸고, 경사면에서 운동 에너지가 중력 퍼텐셜 에너지로 전환되는 관계를 이용해 최대 높이를 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 질량 $m = 2kg$, 수평력 $F = 8N$, 힘이 작용한 시간 $t = 2s$, 중력 가속도 $g = 10m/s^2$이다.
구해야 할 값: 물체가 도달하는 수평면으로부터의 최대 높이 h이다.
주의할 조건: 처음에는 정지해 있고 마찰과 공기 저항이 없으므로, 수평면에서 얻은 운동 에너지는 경사면의 최고점에서 모두 중력 퍼텐셜 에너지로 전환된다.

사용할 공식

수평면에서의 가속도와 힘이 작용한 뒤의 속력은 각각 $a = F/m$, $v = at$이다. 경사면의 최고점에서는 속력이 0이 되므로 역학적 에너지 보존에 따라 12 mv^2=mgh를 사용한다. 따라서 $h = v^2/(2g)$이다.

NoteBase

계산 과정

1. 수평면에서 물체의 가속도는 $a = F/m = 8/2 = 4m/s^2$이다.
2. 물체는 정지 상태에서 2초 동안 가속되므로 경사면에 들어갈 때의 속력은 $v = at = 4 \times 2 = 8m/s$이다.
3. 에너지 보존식을 적용하면 12×2×8^2=2×10× h이다.
4. 이를 풀면 $64 = 20h$이므로 $h = 3.2m$이다.

선지 판단

① X — 64는 $v^2 = 8^2$의 수치이자 물체의 운동 에너지 64 J에 해당할 뿐 높이가 아니다. 올바른 높이는 운동 에너지를 $mg = 20N$으로 나눈 $3.2m$이다.
② X — 32는 $v^2/2$까지만 계산하고 중력 가속도 g로 나누지 않은 값이다. 올바르게는 $h = v^2/(2g) = 3.2m$이다.
③ X — 6.4는 v^2/g로 계산하여 에너지 식의 1/2을 빠뜨린 값이다. 올바르게는 $h = v^2/(2g) = 3.2m$이다.
④ O — 계산 결과 최대 높이는 $3.2m$이므로 옳다.
따라서 정답은 4번이다.

오답 포인트

속력 $8m/s$, 속력의 제곱 64, 운동 에너지 64 J, 높이 $3.2m$를 서로 구분해야 한다. 특히 ③의 6.4는 $h = v^2/g$로 두어 1/2을 누락할 때 나오는 값이다.

다시 나오면 이렇게 판단

힘이 일정 시간 작용하는 구간에서는 $F = ma$와 $v = at$로 속력을 먼저 구하고, 마찰이 없는 상승 구간에서는 12 mv^2=mgh로 최대 높이를 구한다. 마지막에는 답의 단위가 길이인 m인지 확인한다.

암기 포인트

정지한 물체에 일정한 힘이 작용하면 $v = (F/m)t$이고, 그 속력으로 마찰 없이 올라가는 최대 높이는 $h = v^2/(2g)$이다.

NoteBase

문 5. 자체 인덕턴스가 20 mH인 코일이 0.02초 동안 5 A의 전류를 증가시키면 이 회로에 발생하는 유도 기전력(V)은?

① 2

② 5

③ 10

④ 20

정답 2번

출제 포인트

자체 인덕턴스와 전류의 시간당 변화량을 이용하여 유도 기전력의 크기를 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 자체 인덕턴스 $L = 20mH = 0.020H$, 전류 변화량 $\Delta I = 5A$, 변화 시간 $\Delta t = 0.02s$이다.
구해야 할 값: 유도 기전력의 크기 $|\mathcal{E}|$이다.
주의할 조건: mH를 H로 변환해야 한다.

사용할 공식

자체 유도 기전력은 $\mathcal{E} = -L\frac{\Delta I}{\Delta t}$이고, 그 크기는 $|\mathcal{E}| = L\frac{|\Delta I|}{\Delta t}$이다. 전류가 시간에 따라 변할 때 코일 자체에 유도 기전력이 발생하므로 이 공식을 사용한다. 음의 부호는 유도 기전력의 방향이 전류 변화에 반대임을 뜻하며, 이 문항은 크기를 묻는다.

계산 과정

1. 인덕턴스를 변환하면 $20mH = 20 \times 10^{-3}H = 0.020H$이다.
2. 전류 변화율은 $\frac{\Delta I}{\Delta t} = \frac{5A}{0.02s} = 250A/s$이다.
3. 따라서 $|\mathcal{E}| = (0.020H)(250A/s) = 5V$이다.

선지 판단

① X — $2V$는 계산 결과 $5V$와 다르다. 틀린 값 $2V$는 올바르게는 $5V$이다.
② O — 공식에 주어진 값을 대입하면 유도 기전력의 크기가 $5V$이므로 옳다.
③ X — $10V$는 계산 결과 $5V$와 다르다. 틀린 값 $10V$는 올바르게는 $5V$이다.
④ X — $20V$는 계산 결과 $5V$와 다르다. 틀린 값 $20V$는 올바르게는 $5V$이다.
계산 결과가 $5V$이므로 정답은 2번이다.

NoteBase

오답 포인트

자체 인덕턴스의 수치 20을 그대로 공식에 넣으면 안 된다. $20mH$를 $0.020H$로 바꾸고, 전류의 최종값이 아니라 변화량 $5A$를 변화 시간 $0.02s$로 나누어야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

코일의 인덕턴스, 전류 변화량, 변화 시간이 주어지면 먼저 단위를 H, A, s로 통일한 뒤 $|\mathcal{E}| = L|\Delta I|/\Delta t$를 적용하고 단위를 V로 검산한다.

암기 포인트

자체 유도 기전력의 크기는 인덕턴스와 전류 변화율의 곱인 $|\mathcal{E}| = L|\Delta I|/\Delta t$이다.

NoteBase

문 6. 70°C 물 100 g과 10°C 물 50 g을 섞으면 몇 °C가 되겠는가? (단, 외부와의 열 출입은 없다고 가정한다.)

① 45

② 50

③ 55

④ 60

정답 2번

출제 포인트

외부와 열을 주고받지 않는 같은 물질의 혼합에서 고온의 물이 잃은 열량과 저온의 물이 얻은 열량이 같다는 열평형 원리를 이용해 최종 온도를 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 고온의 물은 100g, 70°C이고, 저온의 물은 50g, 10°C이다.
구해야 할 값: 두 물을 섞은 뒤의 평형 온도 T이다.
주의할 조건: 외부와의 열 출입이 없고 두 물의 비열이 같으므로 질량을 반영한 가중평균을 사용한다.

사용할 공식

열평형 조건은 $m_1c(T_1 - T) = m_2c(T - T_2)$이다. 같은 물끼리 섞으므로 비열 c가 소거되어 $T = \frac{m_1T_1 + m_2T_2}{m_1 + m_2}$로 계산할 수 있다. 이 공식은 외부로 빠져나가는 열이 없어서 고온의 물이 잃은 열량이 저온의 물이 얻은 열량과 같기 때문에 사용한다.

계산 과정

$100c(70 - T) = 50c(T - 10)$
비열 c를 소거하고 정리하면 다음과 같다.
$7000 - 100T = 50T - 500$
$150T = 7500, \quad T = 50°C$
따라서 혼합한 물의 온도는 50°C이다.

선지 판단

① X — 계산 결과는 50°C이므로 '45°C'는 틀린 값이다. 올바르게는 50°C이다.
② O — 열평형식으로 계산한 최종 온도와 같은 50°C이다.
③ X — 계산 결과는 50°C이므로 '55°C'는 틀린 값이다. 올바르게는 50°C이다.
④ X — 계산 결과는 50°C이므로 '60°C'는 틀린 값이다. 올바르게는 50°C이다.

NoteBase

오답 포인트

두 물의 온도만 단순 평균하면 질량 차이를 반영하지 못한다. 고온의 물이 100g으로 저온의 물 50g보다 두 배 많으므로 최종 온도는 단순 평균 40°C보다 높은 50°C가 된다.

다시 나오면 이렇게 판단

같은 물질을 열손실 없이 섞는 문제에서는 각 부분의 질량과 처음 온도를 확인한 뒤, 잃은 열량과 얻은 열량을 같게 놓거나 질량 가중평균으로 평형 온도를 계산한다. 계산값이 두 처음 온도 사이에 있는지도 함께 검산한다.

암기 포인트

같은 물질의 열손실 없는 혼합 온도는 질량 가중평균이며, 질량이 더 큰 쪽의 처음 온도에 더 가까워진다.

NoteBase

문 7. 자동차가 200 km를 가는데 처음 80 km는 20 km/h의 속력으로 나머지 120 km는 30 km/h의 속력으로 달렸다면 전체 평균속력은 몇 km/h인가?

① 20

② 25

③ 28

④ 30

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 전체 이동거리를 전체 이동시간으로 나누어 전체 평균속력을 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 처음 구간은 $80km$를 $20km/h$로, 나머지 구간은 $120km$를 $30km/h$로 이동한다.
구해야 할 값: 전체 $200km$에 대한 평균속력이다.
주의할 조건: 평균속력은 구간별 속력의 단순평균이 아니라 전체 이동거리와 전체 이동시간의 비이다.

사용할 공식

v_avg=전체 이동거리전체 이동시간

각 구간의 속력과 거리가 주어졌으므로 $t = \frac{s}{v}$로 구간별 이동시간을 구한 뒤 합해야 한다.

계산 과정

1. 처음 $80km$를 이동한 시간은 $80km \div 20km/h = 4h$이다.
2. 나머지 $120km$를 이동한 시간은 $120km \div 30km/h = 4h$이다.
3. 전체 이동시간은 $4h + 4h = 8h$이다.
4. 따라서 평균속력은 $v_{\text{avg}} = \frac{200km}{8h} = 25km/h$이다.

선지 판단

① X — $20km/h$는 첫 구간의 속력일 뿐 전체 평균속력이 아니다. 올바른 전체 평균속력은 $25km/h$이다.
② O — 전체 $200km$를 총 $8h$ 동안 이동했으므로 평균속력은 $25km/h$이다.
③ X — $28km/h$는 전체 거리와 전체 시간으로 계산한 값이 아니다. 올바르게 계산하면
$200km \div 8h = 25km/h$이다.
④ X — $30km/h$는 둘째 구간의 속력일 뿐 전체 평균속력이 아니다. 올바른 전체 평균속력은 $25km/h$이다.

NoteBase

오답 포인트

구간별 속력만 보고 최솟값인 ①이나 최댓값인 ④를 고르면 안 된다. 또한 평균속력은 원칙적으로 속력 두 개의 산술평균이 아니다. 이 문제에서는 두 구간의 이동시간이 각각 $4h$로 같아서 산술평균 $25km/h$와 우연히 일치한다.

다시 나오면 이렇게 판단

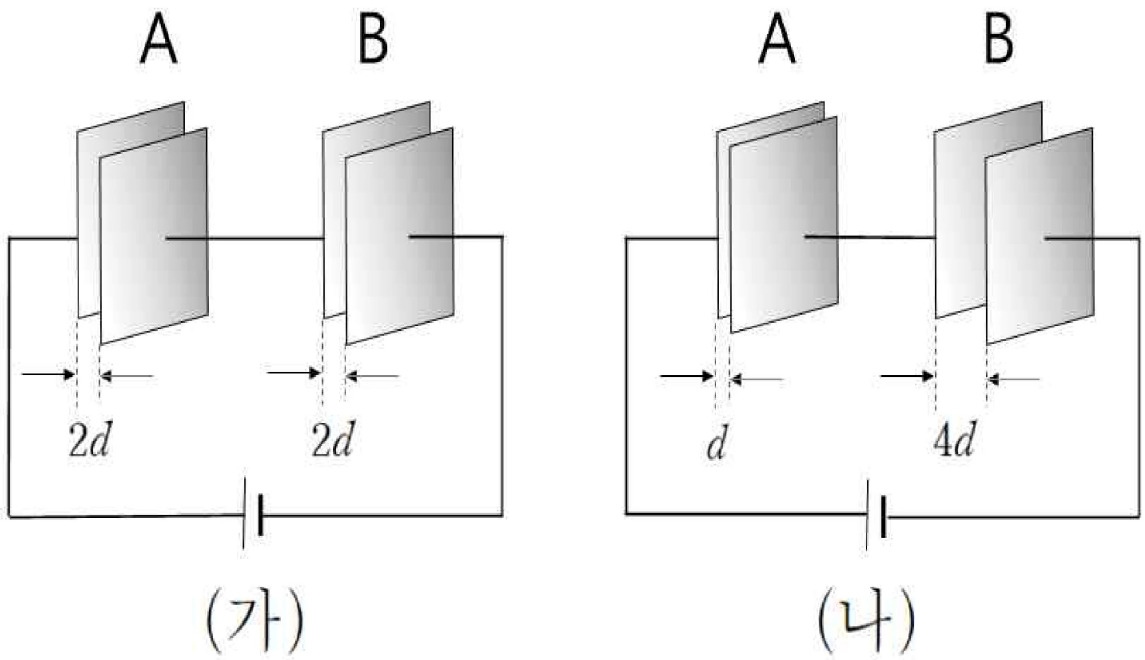
각 구간의 이동시간을 $t = s/v$로 먼저 구하고, 전체 거리를 합한 시간으로 나누어 평균속력을 판단한다.

암기 포인트

평균속력은 속력의 평균이 아니라 전체 거리 ÷ 전체 시간이다.

NoteBase

문 8. 아래 그림에서 (가)는 전기 용량이 동일한 축전기 A, B를 전압이 일정한 전원에 직렬로 연결한 것을 나타낸 것이고, (나)는 (가)상태에서 축전기 A의 두 극판 사이의 간격은 $\frac{1}{2}$배로 감소하고, B의 두 극판 사이의 간격은 2배로 증가한 것을 나타낸 것이다. (가)에서 (나)로 변화시킬 때, A, B에 대한 설명으로 다음 <보기> 중 옳은 것을 모두 고른 것은?



<보기>

㉠ A에 저장되는 전하량은 증가한다.

㉡ B에 걸리는 전압이 감소한다.

㉢ B에 저장되는 전기 에너지는 증가한다.

① ㉠

② ㉡

③ ㉢

④ ㉡, ㉢

정답 3번

출제 포인트

평행판 축전기의 전기 용량이 극판 사이 간격에 반비례한다는 사실과, 직렬 연결된 축전기의 전하량·전압·전기 에너지 변화를 판단하는 문제이다.

NoteBase

조건 정리

(가)에서 A와 B의 전기 용량을 각각 C, 전원의 일정한 전압을 V라 한다.
(나)에서 A의 극판 사이 간격은 절반이므로 $C_A' = 2C$, B의 간격은 2배이므로 $C_B' = C/2$이다.
전원이 계속 연결되어 있으므로 두 축전기에 걸리는 전체 전압 V는 일정하다.

사용할 공식

평행판 축전기의 전기 용량은 $C = \varepsilon A/d$이다.
직렬 합성 전기 용량은 $C_{eq} = C_1C_2/(C_1 + C_2)$이고, 직렬 회로의 각 축전기에 저장되는 전하량의 크기는 $Q = C_{eq}V$로 같다.
각 축전기의 전압은 $V_i = Q/C_i$, 저장 에너지는 U_i=12 C_iV_i^2=Q^2/(2C_i)이다.
극판의 넓이와 유전체가 같고 간격만 변하므로 $C \propto 1/d$를 적용하며, 전원이 연결된 직렬 회로이므로 변한 합성 전기 용량으로 전하량을 다시 구한다.

계산 과정

1. (가)의 합성 전기 용량과 전하량은 $C_{eq} = C/2$, $Q = CV/2$이다. 대칭이므로 $V_A = V_B = V/2$이다.
2. (나)의 합성 전기 용량은 $C_{eq}' = (2C)(C/2)/(2C + C/2) = 2C/5$이고, 전하량은 $Q' = 2CV/5$이다. 따라서 A의 전하량은 $CV/2$에서 $2CV/5$로 감소한다.
3. (나)에서 B의 전압은 $V_B' = Q'/C_B' = (2CV/5)/(C/2) = 4V/5$이므로 $V/2$에서 $4V/5$로 증가한다.
4. B의 에너지는 (가)에서 U_B=12 C(V/2)^2=CV^2/8, (나)에서 U_B'=12(C/2)(4V/5)^2=4CV^2/25이다. $4/25 > 1/8$이므로 B에 저장되는 전기 에너지는 증가한다. 따라서 ㉠은 X, ㉡은 X, ㉢은 O이다.

선지 판단

① X — ㉠만 옳다고 하였으나 A의 전하량은 $CV/2$에서 $2CV/5$로 감소한다. 틀린 표현 '㉠'은 '㉢'으로 고쳐야 한다.
② X — ㉡만 옳다고 하였으나 B의 전압은 $V/2$에서 $4V/5$로 증가한다. 틀린 표현 '㉡'은 '㉢'으로 고쳐야 한다.
③ O — ㉢만 고른 선택지이다. B의 에너지는 $CV^2/8$에서 $4CV^2/25$로 증가하므로 옳다.
④ X — ㉡과 ㉢을 함께 골랐지만 ㉡은 틀리고 ㉢만 옳다. '㉡, ㉢'은 '㉢'으로 고쳐야 한다.

오답 포인트

A의 전기 용량이 커졌다는 사실만 보고 A의 전하량도 증가한다고 판단하면 ㉠을 잘못 고르게 된다. 직렬 회로에서는 두 축전기의 전하량이 같고, 그 값은 전체 합성 전기 용량과 일정한 전원 전압으로 다시 결정된다. 또한 B의 전기 용량 감소를 곧바로 에너지 감소로 연결하면 안 된다. B의 전압 상승 효과까지 U=12 CV^2에 함께 반영해야 한다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

극판 간격 변화로 각 전기 용량을 먼저 바꾸고, 직렬 합성 전기 용량에서 공통 전하량을 구한 뒤, $V_i = Q/C_i$와 U_i=12 C_iV_i^2를 차례로 적용한다. 전원이 연결되어 있으면 전체 전압이 일정하다는 조건도 함께 반영한다.

암기 포인트

평행판은 $C \propto 1/d$, 직렬은 전하량이 같고, 전원 연결 상태에서는 전체 전압이 일정하다. 에너지는 전기 용량만 보지 않고 U=12 CV^2로 판단한다.

NoteBase

문 9. 지구보다 반지름이 2배 크고, 질량이 8배 큰 행성에서의 탈출속력은 지구에서의 탈출속력의 몇 배인가?

① $\frac{1}{4}$배

② 1배

③ 2배

④ 4배

정답 3번

출제 포인트

행성 표면에서의 탈출속력 $v_e = \sqrt{2GM/R}$이 행성의 질량 M과 반지름 R에 따라 어떻게 변하는지를 묻는 문제이다.

조건 정리

지구의 질량과 반지름을 각각 M_E, R_E라 하면 행성의 질량은 $8M_E$, 반지름은 $2R_E$이다. 구해야 하는 값은 행성의 탈출속력과 지구의 탈출속력의 비이다.

사용할 공식

행성 표면에서의 탈출속력은

$v_e = \sqrt{\frac{2GM}{R}}$

이다. 탈출속력은 물체가 행성의 중력을 벗어나 무한히 멀리 갈 때 필요한 최소 속력이므로, 역학적 에너지 보존을 적용한 이 공식을 사용한다. 같은 중력상수 G와 계수 2는 속력의 비를 구할 때 약분된다.

계산 과정

행성과 지구의 탈출속력 비는

$\frac{v_p}{v_E} = \sqrt{\frac{M_p/R_p}{M_E/R_E}} = \sqrt{\frac{8M_E/(2R_E)}{M_E/R_E}} = \sqrt{4} = 2$

이다. 따라서 이 행성의 탈출속력은 지구의 탈출속력의 2배이다.

선지 판단

① X — $\frac{1}{4}$배는 계산 결과 2배와 다르다. 틀린 표현 '$\frac{1}{4}$배'는 '2배'로 고쳐야 한다.

② X — 질량 증가와 반지름 증가가 서로 완전히 상쇄되지 않으므로 1배가 아니다. 틀린 표현 '1배'는 '2배'로 고쳐야 한다.

③ O — $\sqrt{(8/2)} = \sqrt{4} = 2$이므로 탈출속력은 2배이다.

④ X — 4배는 M/R의 비 4에 제곱근을 적용하지 않은 값이다. 틀린 표현 '4배'는 '2배'로 고쳐야 한다.

NoteBase

오답 포인트

탈출속력은 M/R에 직접 비례하는 것이 아니라 $\sqrt{M/R}$에 비례한다. ④의 4배는 질량비 8을 반지름비 2로 나눈 뒤 마지막 제곱근을 빠뜨릴 때 나오는 오답이다.

다시 나오면 이렇게 판단

두 천체의 탈출속력을 비교할 때에는 $v_e \propto \sqrt{M/R}$를 세우고, 질량비를 반지름비로 나눈 다음 마지막에 제곱근을 취한다.

암기 포인트

탈출속력의 비는 '질량비 ÷ 반지름비'의 제곱근이다.

NoteBase

문 10. 어떤 물체에 30 N의 힘을 주어서 힘의 방향과 60° 방향으로 20 m를 이동시켰다. 이 힘이 한 일(J)은?

① 10
② 30
③ 100
④ 300

정답 4번

출제 포인트

힘과 변위가 비스듬할 때 힘이 한 일을 내적 공식으로 계산하는 문제이다.

조건 정리

주어진 힘은 $F = 30N$, 이동 거리는 $s = 20m$, 힘과 이동 방향 사이의 각은 $\theta = 60^\circ$이다. 구해야 할 값은 힘이 한 일 W이다. 일에는 이동 방향과 나란한 힘의 성분만 기여한다.

사용할 공식

$W = Fs\cos\theta$
힘과 변위의 방향이 다르므로 힘의 크기 전체가 아니라 이동 방향 성분 $F\cos\theta$를 사용한다.

계산 과정

$W = (30N)(20m)\cos 60^\circ$
$= 30 \times 20 \times \frac{1}{2} = 300J$
따라서 이 힘이 한 일은 300J이다.

선지 판단

① X — 10J은 계산 결과와 일치하지 않는다. '10J'가 아니라 '300J'가 옳다.
② X — 30J은 계산 결과와 일치하지 않는다. '30J'이 아니라 '300J'가 옳다.
③ X — 100J은 계산 결과와 일치하지 않는다. '100J'이 아니라 '300J'가 옳다.
④ O — $30 \times 20 \times \cos 60^\circ = 300$이므로 300J가 맞다.

오답 포인트

힘과 이동 거리를 단순히 곱한 600J을 그대로 쓰거나, 각도 60° 자체를 곱해서는 안 된다. 이 문항의 핵심은 힘과 변위 사이 각도의 코사인 $\cos 60^\circ = 1/2$을 곱하는 것이다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

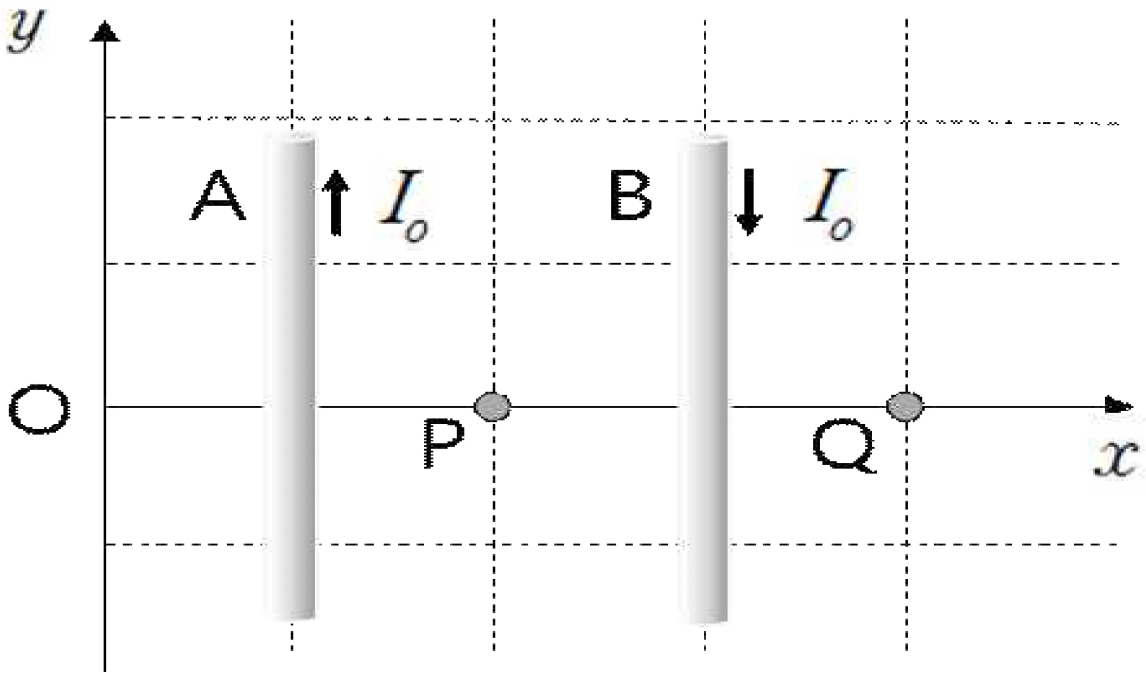
힘과 변위 사이의 각을 먼저 확인한 뒤 $W = Fs\cos\theta$에 대입하고, $N \cdot m = J$로 단위를 검산한다.

암기 포인트

일은 힘과 변위의 내적이다: $W = Fs\cos\theta$.

NoteBase

문 11. 아래 그림은 xy평면에 무한히 긴 직선 도선 A, B가 y축과 나란하게 고정되어 있는 것을 나타낸 것이다. A, B에는 각각 $+y$방향, $-y$방향으로 세기가 I_0인 전류가 흐른다.
전류에 의한 자기장에 대한 설명으로 다음 <보기> 중 옳은 것을 모두 고른 것은? (단, 모눈 간격은 일정하고, 지구 자기장은 무시한다.)



<보기>

㉠ P에서 자기장의 방향은 xy평면에 수직으로 들어가는 방향이다.

㉡ O와 Q에서 자기장의 방향은 서로 같은 방향이다.

㉢ 자기장의 세기는 P에서가 Q에서보다 크다.

① ㉠

② ㉡

③ ㉠, ㉢

④ ㉠, ㉡, ㉢

정답 4번

출제 포인트

무한 직선 도선의 자기장 방향을 오른손 법칙으로 정하고, 각 도선이 만드는 자기장의 세기를 거리의 역수에 따라 구한 뒤 벡터로 합성하는 문제이다.

NoteBase

조건 정리

모눈 한 칸의 거리를 d라 하면 A-P, P-B, B-Q, O-A의 거리는 각각 d이고, O-B와 A-Q의 거리는 각각 $3d$이다. $+z$방향은 xy평면에서 나오는 방향, $-z$방향은 평면에 수직으로 들어가는 방향이다.

사용할 공식

무한히 긴 직선 도선에서 거리 r인 점의 자기장 세기는
$B = \frac{\mu_0 I}{2\pi r}$
이다. 두 도선의 전류 세기가 같으므로 각 자기장의 크기는 도선으로부터의 거리 r에 반비례하며, 방향은 오른손 법칙으로 정한 뒤 같은 방향이면 더하고 반대 방향이면 뺀다.

계산 과정

$B_0 = \frac{\mu_0 I_0}{2\pi d}$라 둔다.
1. P는 A의 오른쪽이므로 A의 자기장은 $-z$방향이고, B의 왼쪽이므로 B의 자기장도 $-z$방향이다. 따라서 합성 자기장은 평면에 들어가는 방향이고 세기는 $2B_0$이다.
2. O에서는 A가 만드는 $+z$방향의 B_0와 B가 만드는 $-z$방향의 $B_0/3$이 합성되므로, 합성 자기장은 $+z$방향이고 세기는 $2B_0/3$이다.
3. Q에서는 B가 만드는 $+z$방향의 B_0와 A가 만드는 $-z$방향의 $B_0/3$이 합성되므로, 합성 자기장은 $+z$방향이고 세기는 $2B_0/3$이다.
따라서 ㉠, ㉡, ㉢이 모두 옳다.

선지 판단

① X — ㉠만 고른 선택지이지만 ㉡과 ㉢도 옳다. 올바르게는 ㉠, ㉡, ㉢을 모두 골라야 한다.
② X — ㉡만 고른 선택지이지만 ㉠과 ㉢도 옳다. 올바르게는 ㉠, ㉡, ㉢을 모두 골라야 한다.
③ X — ㉠과 ㉢만 고른 선택지이지만, O와 Q의 합성 자기장은 모두 $+z$방향이므로 ㉡도 옳다. 올바르게는 ㉠, ㉡, ㉢을 모두 골라야 한다.
④ O — P의 자기장은 평면에 들어가고, O와 Q의 자기장은 모두 평면에서 나오며, 세기는 $2B_0 > 2B_0/3$이므로 ㉠, ㉡, ㉢이 모두 옳다.

오답 포인트

P에서는 두 도선 사이에 있다는 이유만으로 자기장이 상쇄된다고 보기 쉽다. 그러나 두 전류의 방향이 서로 반대이므로 P에서 두 자기장의 방향은 모두 평면 안쪽이다. 또한 O와 Q에서는 가까운 도선이 만드는 자기장이 먼 도선의 자기장보다 3배 커서 두 점의 합성 방향이 모두 평면 바깥쪽이 된다.

다시 나오면 이렇게 판단

각 관찰점에서 도선별 자기장 방향을 먼저 표시하고, 거리를 세어 $B \propto 1/r$로 크기를 비교한 다음 방향을 고려해 합성한다. 방향 판단과 크기 계산을 분리하면 부호와 상쇄 여부를 안정적으로 판별할 수 있다.

NoteBase

암기 포인트

직선 전류의 자기장은 오른손 법칙으로 방향을 정하고, 세기는 도선까지의 거리에 반비례한다. 반대 방향의 전류가 흐르는 두 도선 사이에서는 자기장이 같은 방향으로 더해진다.

NoteBase

문 12. 다음 중 러더퍼드의 원자 모형에 대한 설명으로 가장 옳지 않은 것은?

① 원자중심에는 양전기를 띤 원자핵이 있다.

② 원자핵이 원자 질량의 대부분을 차지한다.

③ 원자핵의 크기는 $10^{-10}m$ 정도이고, 그 둘레를 전자가 돌고 있다.

④ 전자는 에너지 준위가 다른 궤도로 전이할 때 그 차에 해당하는 에너지를 방출 또는 흡수한다.

정답 4번

출제 포인트

러더퍼드 원자 모형의 핵심인 양전하의 원자핵과 핵 주위를 운동하는 전자를 보어 모형의 양자화된 에너지 준위와 구별하는 문제이다.

핵심 개념

러더퍼드 모형: 원자의 대부분은 빈 공간이고, 양전하와 질량의 대부분은 매우 작은 원자핵에 집중되어 있으며 전자가 그 주위를 운동한다고 보는 모형이다.
보어 모형: 전자가 허용된 에너지 준위에 해당하는 궤도에 존재하며, 준위 사이를 전이할 때 두 준위의 에너지 차만큼 빛을 흡수하거나 방출한다고 보는 모형이다.

선지별 해설

① O — 러더퍼드의 산란 실험은 원자 중심에 양전하를 띤 매우 작은 원자핵이 있음을 보여 주었다.
② O — 전자의 질량은 원자핵을 이루는 양성자와 중성자의 질량보다 매우 작으므로 원자 질량의 대부분은 원자핵에 집중된다.
③ X — 문면의 "원자핵의 크기는 $10^{-10}m$ 정도"가 부정확하다. $10^{-10}m$는 대략적인 원자의 크기이며, 원자핵의 크기는 대략 $10^{-15}m$ 정도이다. 올바르게는 "원자의 크기는 $10^{-10}m$ 정도이고, 매우 작은 원자핵 둘레를 전자가 운동한다"이다. 핵 주위를 전자가 운동한다는 구조 자체는 러더퍼드 모형에 해당한다.
④ X — "에너지 준위가 다른 궤도로 전이"하며 에너지 차만큼 방출·흡수한다는 설명은 러더퍼드 모형이 아니라 보어 모형의 특징이다. 올바르게는 "보어 모형에서 전자는 허용된 에너지 준위 사이를 전이할 때 그 차에 해당하는 에너지를 방출하거나 흡수한다"이다. 이 설명은 양자화된 에너지 준위를 도입하지 않은 러더퍼드 모형과 가장 거리가 멀다.

오답 포인트

③은 원자와 원자핵의 크기 척도를 바꿔 쓴 수치 함정이고, ④는 보어 모형의 핵심을 러더퍼드 모형에 붙인 모형 혼동이다. 정답표가 ④인 것은 양자화된 에너지 준위와 전이라는 설명 전체가 러더퍼드 모형에 존재하지 않기 때문이다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

양전하의 작은 핵과 빈 공간은 러더퍼드, 허용된 에너지 준위와 준위 사이의 전이는 보어로 판단한다. 크기 수치가 나오면 원자는 약 $10^{-10}m$, 원자핵은 약 $10^{-15}m$인지도 함께 확인한다.

암기 포인트

러더퍼드는 핵의 발견, 보어는 에너지 준위의 양자화이다. 원자 $10^{-10}m$, 원자핵 $10^{-15}m$이다.

NoteBase

문 13. 양 끝이 고정되어 있는 40 cm의 기타줄을 따라 진행하는 파동의 속력이 1,500 m/s일 때, 이 기타줄에서 나올 수 있는 가장 낮은 소리의 진동수(Hz)는?

① 1,250

② 1,550

③ 1,750

④ 1,875

정답 4번

출제 포인트

양 끝이 고정된 줄의 기본진동에서 줄의 길이가 반파장에 해당한다는 원리를 이용해 가장 낮은 진동수를 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 줄의 길이 $L = 40cm = 0.40m$, 파동의 속력 $v = 1{,}500m/s$
구해야 할 값: 기본진동수 f_1
주의할 조건: 양 끝이 고정된 줄의 가장 낮은 소리는 기본진동이며, 이때 줄의 길이는 기본파장의 절반이다.

사용할 공식

양 끝이 고정된 줄의 기본진동에서는 $L = \frac{\lambda_1}{2}$이므로 $\lambda_1 = 2L$이다. 따라서
$f_1 = \frac{v}{\lambda_1} = \frac{v}{2L}$
을 사용한다. 줄의 양 끝이 마디가 되는 가장 긴 정상파의 파장이 $2L$이므로 이 공식이 적용된다.

계산 과정

1. 길이를 미터로 바꾸면 $40cm = 0.40m$이다.
2. 기본파장은 $\lambda_1 = 2L = 2 \times 0.40 = 0.80m$이다.
3. 기본진동수는
$f_1 = \frac{1{,}500}{0.80} = 1{,}875Hz$
이다.

NoteBase

선지 판단

① X — 1,250Hz는 $f_1 = v/(2L)$로 계산한 값과 일치하지 않는다. 틀린 값 1,250Hz → 올바르게는 1,875Hz이다.
② X — 1,550Hz는 기본파장 0.80m를 사용한 결과가 아니다. 틀린 값 1,550Hz → 올바르게는 1,875Hz이다.
③ X — 1,750Hz는 1,500/0.80의 계산 결과와 다르다. 틀린 값 1,750Hz → 올바르게는 1,875Hz이다.
④ O — $f_1 = 1{,}500/(2 \times 0.40) = 1{,}875Hz$이므로 계산 결과와 일치한다.
계산 결과가 1,875Hz이므로 정답은 4번이다.

오답 포인트

줄의 길이 L을 곧바로 파장으로 보면 안 된다. 양 끝이 고정된 줄의 기본진동에서는 $L = \lambda_1/2$이므로 먼저 $\lambda_1 = 2L$로 바꾸어야 한다. 또한 40cm를 0.40m로 환산해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

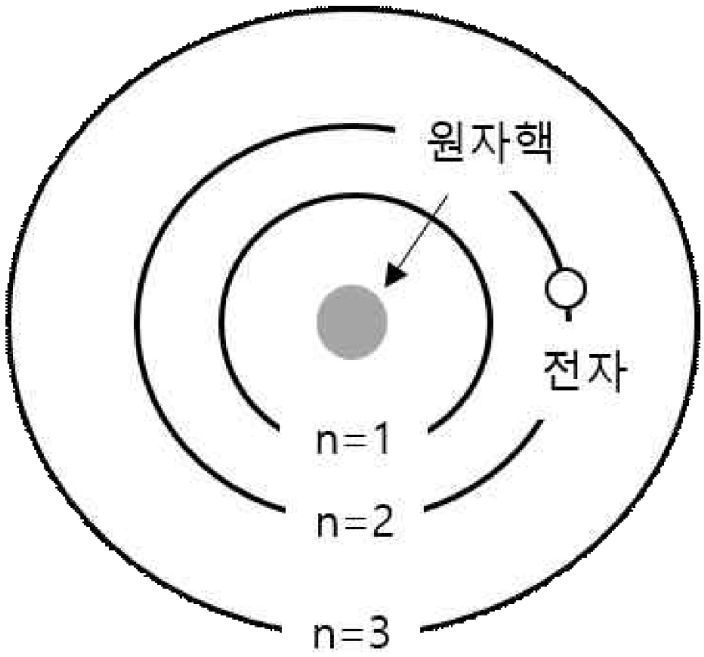
양 끝 고정 줄의 가장 낮은 진동수는 길이를 미터로 환산한 뒤 $\lambda_1 = 2L$, $f_1 = v/(2L)$의 순서로 계산한다.

암기 포인트

양 끝 고정 줄의 기본진동은 반파장 하나가 줄에 들어가므로 $L = \lambda_1/2$, $f_1 = v/(2L)$이다.

NoteBase

문 14. 아래 그림은 보어의 수소 원자 모형을 나타낸 것으로 n은 양자수이다. 다음 <보기> 중 옳은 것을 모두 고른 것은?



<보기>

㉠ 전자가 $n = 1$인 궤도에 있을 때 전자의 에너지가 가장 크다.

㉡ 원자핵과 전자 사이에는 쿨롱 법칙을 따르는 힘이 작용한다.

㉢ 전자가 $n = 3$에서 $n = 2$인 궤도로 전이할 때, 원자가 에너지를 방출한다.

① ㉠

② ㉠, ㉡

③ ㉡, ㉢

④ ㉠, ㉡, ㉢

정답 3번

출제 포인트

보어의 수소 원자 모형에서 양자수에 따른 전자의 에너지 크기, 원자핵과 전자 사이의 힘, 전자의 궤도 전이에 따른 에너지 방출 여부를 판단하는 문제이다.

NoteBase

핵심 개념

수소 원자의 에너지 준위는 $E_n = -\frac{13.6}{n^2} eV$이므로 n이 커질수록 에너지는 커지고, $n = 1$에서 에너지가 가장 작다.
원자핵의 양전하와 전자의 음전하 사이에는 쿨롱 법칙을 따르는 인력이 작용한다.
전자가 높은 에너지 준위에서 낮은 에너지 준위로 전이하면 두 준위의 에너지 차이에 해당하는 광자를 방출한다.

선지별 해설

① X
㉠만 옳다는 구성은 틀리다. ㉠의 '$n = 1$일 때 에너지가 가장 크다'는 표현이 잘못되었으며, 실제로는 $n = 1$일 때 에너지가 가장 작다. 옳은 진술은 ㉡과 ㉢이므로 '㉡, ㉢'으로 고쳐야 한다.

② X
㉠, ㉡이 옳다는 구성은 틀리다. ㉡은 맞지만 ㉠은 에너지의 대소 관계를 반대로 서술했고, 옳은 ㉢도 빠져 있다. 실제로는 ㉡과 ㉢이 옳으므로 '㉡, ㉢'으로 고쳐야 한다.

③ O
㉡과 ㉢은 모두 옳다. 원자핵과 전자 사이에는 쿨롱 힘이 작용하며, 전자가 $n = 3$에서 $n = 2$로 내려가면 에너지가 감소하므로 그 차이를 광자로 방출한다.

④ X
㉠, ㉡, ㉢이 모두 옳다는 구성은 틀리다. ㉡과 ㉢은 옳지만 ㉠은 $n = 1$의 에너지를 가장 크다고 한 부분이 잘못되었다. 실제로 옳은 진술만 고르면 '㉡, ㉢'이다.

오답 포인트

㉠은 $n = 1$ 궤도가 원자핵에 가장 가까우므로 에너지가 가장 클 것처럼 착각하게 한다. 그러나 결합된 전자의 에너지는 음수이며 $n = 1$에서 가장 낮다. 또한 높은 준위에서 낮은 준위로 내려가는 전이는 에너지 흡수가 아니라 방출이다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 $E_n = -13.6/n^2$로 에너지 준위의 대소를 판단한다. 그다음 전이 후의 n이 작아지면 에너지 방출, 커지면 에너지 흡수로 구분하고, 원자핵과 전자 사이에는 서로 다른 전하에 의한 쿨롱 인력이 작용한다고 판단한다.

암기 포인트

n 증가 → 에너지 증가, 아래 준위로 전이 → 광자 방출, 원자핵과 전자 사이 → 쿨롱 인력이다.

NoteBase

문 15. 길이가 0.6 m인 도선을 자기장 0.4 T인 공간에서 자기장에 직각으로 5 m/s의 속도로 이동시키면 유도되는 기전력(V)은?

① 1.0
② 1.2
③ 1.5
④ 2.0

정답 2번

출제 포인트

자기장 속에서 도선이 자기장에 수직으로 움직일 때 생기는 운동 기전력을 구하는 문제이다.

조건 정리

도선의 길이: $\ell = 0.6m$
자기장의 세기: $B = 0.4T$
도선의 속력: $v = 5m/s$
도선의 운동 방향과 자기장의 각: $\theta = 90^\circ$
구해야 할 값: 유도 기전력 $\mathcal{E}$

사용할 공식

운동 기전력은
$\mathcal{E} = B\ell v\sin\theta$
이다. 도선이 자기장에 직각으로 이동하므로 $\sin 90^\circ = 1$이며, 도선이 자기력선을 가로지르는 효과가 최대가 된다.

계산 과정

주어진 값을 공식에 대입하면
$\mathcal{E} = (0.4T)(0.6m)(5m/s)\sin 90^\circ = 1.2V$
이다. 따라서 유도 기전력의 크기는 $1.2V$이다.

선지 판단

① X — $1.0V$는 계산 결과 $1.2V$와 다르다. 올바르게는 $1.2V$이다.
② O — $B\ell v = (0.4)(0.6)(5) = 1.2$이므로 $1.2V$가 맞다.
③ X — $1.5V$는 계산 결과 $1.2V$와 다르다. 올바르게는 $1.2V$이다.
④ X — $2.0V$는 계산 결과 $1.2V$와 다르다. 올바르게는 $1.2V$이다.

NoteBase

오답 포인트

도선이 자기장에 직각으로 움직인다는 조건을 놓쳐 각도 인자를 잘못 적용하거나, $0.4 \times 0.6 \times 5$에서 소수점 위치를 틀리기 쉽다. 직각일 때는 $\sin\theta = 1$이므로 세 수를 그대로 곱한다.

다시 나오면 이렇게 판단

도선의 길이, 자기장, 속력, 운동 방향과 자기장의 각을 확인한 뒤 $\mathcal{E} = B\ell v\sin\theta$에 대입하고 단위가 V인지 검산한다.

암기 포인트

도선이 자기장에 수직으로 움직이면 운동 기전력은 최대이고 $\mathcal{E} = B\ell v$이다.

NoteBase

문 16. 어떤 이상 기체의 절대 온도를 T라고 할 때, 이 기체 분자의 드브로이 파장과 절대 온도와의 관계로 가장 옳은 것은?

① $\sqrt{T}$에 반비례

② $\sqrt{T}$에 비례

③ T에 반비례

④ T에 비례

정답 1번

출제 포인트

이 문제는 드브로이 파장과 운동량의 관계, 그리고 이상 기체 분자의 평균 운동에너지와 절대 온도의 관계를 결합하여 파장의 온도 의존성을 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 관계: 이상 기체 분자의 평균 운동에너지는 절대 온도 T에 비례한다.
구해야 할 관계: 분자의 드브로이 파장 λ와 T의 관계이다.
주의할 조건: 같은 종류의 기체에서는 분자 질량 m이 일정하므로 온도에 따른 운동량의 변화만 고려한다.

사용할 공식

드브로이 파장은
$\lambda = \frac{h}{p}$
이고, 비상대론적 입자의 운동에너지는
$K = \frac{p^2}{2m}$
이다. 이상 기체 분자의 평균 운동에너지 K가 T에 비례하므로 이 두 공식을 함께 사용한다.

계산 과정

1. 이상 기체 분자의 평균 운동에너지는 $K \propto T$이다.
2. $K = p^2/(2m)$이고 m은 일정하므로 $p^2 \propto T$, 즉 $p \propto \sqrt{T}$이다.
3. $\lambda = h/p$이므로 $\lambda \propto 1/\sqrt{T}$이다. 따라서 드브로이 파장은 $\sqrt{T}$에 반비례한다.

NoteBase

선지 판단

① O — $p \propto \sqrt{T}$이고 $\lambda = h/p$이므로 $\lambda \propto 1/\sqrt{T}$이다.
② X — '$\sqrt{T}$에 비례'가 틀렸다. 올바르게는 드브로이 파장이 $\sqrt{T}$에 반비례한다. 운동량과 파장의 비례 관계를 반대로 적용한 선지이다.
③ X — 'T에 반비례'가 틀렸다. 올바르게는 $\sqrt{T}$에 반비례한다. 운동에너지가 운동량의 제곱에 비례하므로 제곱근이 생긴다.
④ X — 'T에 비례'가 틀렸다. 올바르게는 $\sqrt{T}$에 반비례한다. 온도가 높아지면 운동량은 커지고 드브로이 파장은 짧아진다.

오답 포인트

운동에너지 K가 T에 비례한다는 사실을 운동량 p도 T에 비례한다고 잘못 옮기기 쉽다. 그러나 $K = p^2/(2m)$이므로 p에는 제곱근이 붙는다. 또한 $\lambda = h/p$에서 파장과 운동량은 반비례하므로 비례·반비례의 방향도 함께 확인해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

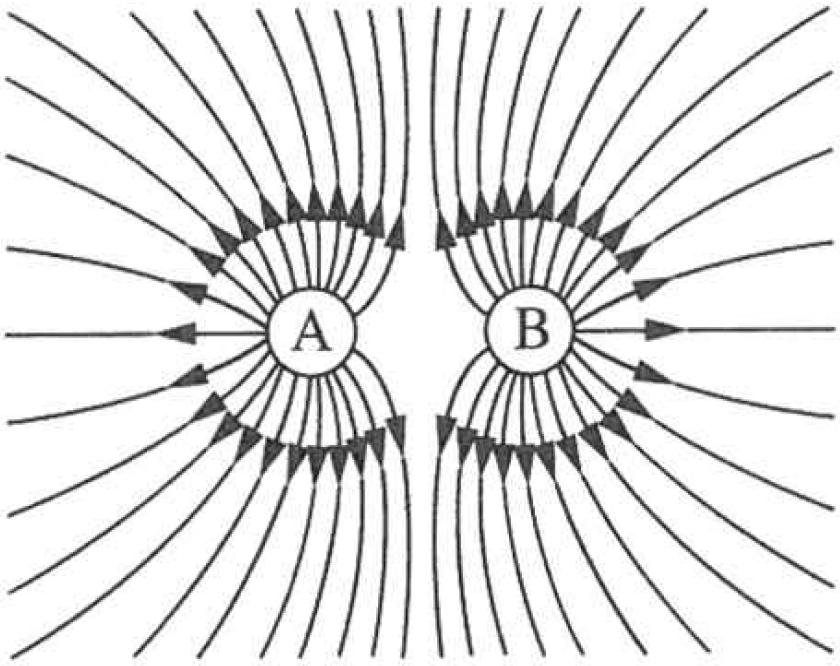
온도와 드브로이 파장의 관계는 $K \propto T$, $p \propto \sqrt{K}$, $\lambda \propto 1/p$의 순서로 연결하여 판단한다.

암기 포인트

이상 기체 분자는 $T\uparrow \Rightarrow p\uparrow \Rightarrow \lambda\downarrow$이며, 구체적으로 $\lambda \propto T^{-1/2}$이다.

NoteBase

문 17. 아래 그림은 고정되어 있는 두 점전하 A, B 주위의 전기력선을 나타낸 것이다. 다음 <보기> 중 옳은 것을 모두 고른 것은?



<보기>

㉠ A는 양(+)전하이다.

㉡ A와 B의 전하량은 다르다.

㉢ A와 B 사이에 전기적 인력이 작용한다.

① ㉠

② ㉡

③ ㉢

④ ㉠, ㉡

정답 1번

출제 포인트

전기력선의 화살표 방향으로 전하의 부호를, 전하에서 나오거나 들어가는 전기력선의 수로 전하량의 크기를 판단하는 문제이다. 그림에서 전기력선은 A와 B에서 모두 바깥쪽으로 향하고 양쪽의 전기력선 수는 같다.

NoteBase

선지별 해설

<보기> 판단
㉠ O: 전기력선은 양전하에서 나와 음전하로 들어간다. A 주위의 화살표가 A에서 바깥쪽으로 향하므로 A는 양(+)전하이다.
㉡ X: A와 B에서 나오는 전기력선의 수가 같으므로 두 전하량의 크기는 같다. 틀린 표현인 '전하량은 다르다'는 '전하량의 크기는 같다'로 고쳐야 한다.
㉢ X: A와 B는 모두 양전하이므로 같은 부호의 전하 사이에는 전기적 척력이 작용한다. 틀린 표현인 '전기적 인력'은 '전기적 척력'으로 고쳐야 한다.

① O: 옳은 보기인 ㉠만 고른 선택지이므로 정답이다.
② X: ㉡은 두 전하량의 크기가 같으므로 포함할 수 없다. '㉡'이 아니라 '㉠'을 선택해야 한다.
③ X: ㉢은 두 전하 사이에 척력이 작용하므로 포함할 수 없다. '㉢'이 아니라 '㉠'을 선택해야 한다.
④ X: ㉠은 옳지만 ㉡은 틀리므로 두 보기를 함께 고를 수 없다. '㉠, ㉡'이 아니라 '㉠'만 선택해야 한다.

오답 포인트

두 전기력선 묶음이 서로 이어지지 않는 모습만 보고 ㉢의 인력을 고르는 것이 함정이다. 화살표가 두 전하에서 모두 바깥쪽을 향하므로 같은 부호의 양전하이며, 같은 부호의 전하 사이에는 척력이 작용한다. 또한 전기력선의 간격이 아니라 각 전하에 연결된 선의 수를 비교해야 전하량의 크기를 판단할 수 있다.

다시 나오면 이렇게 판단

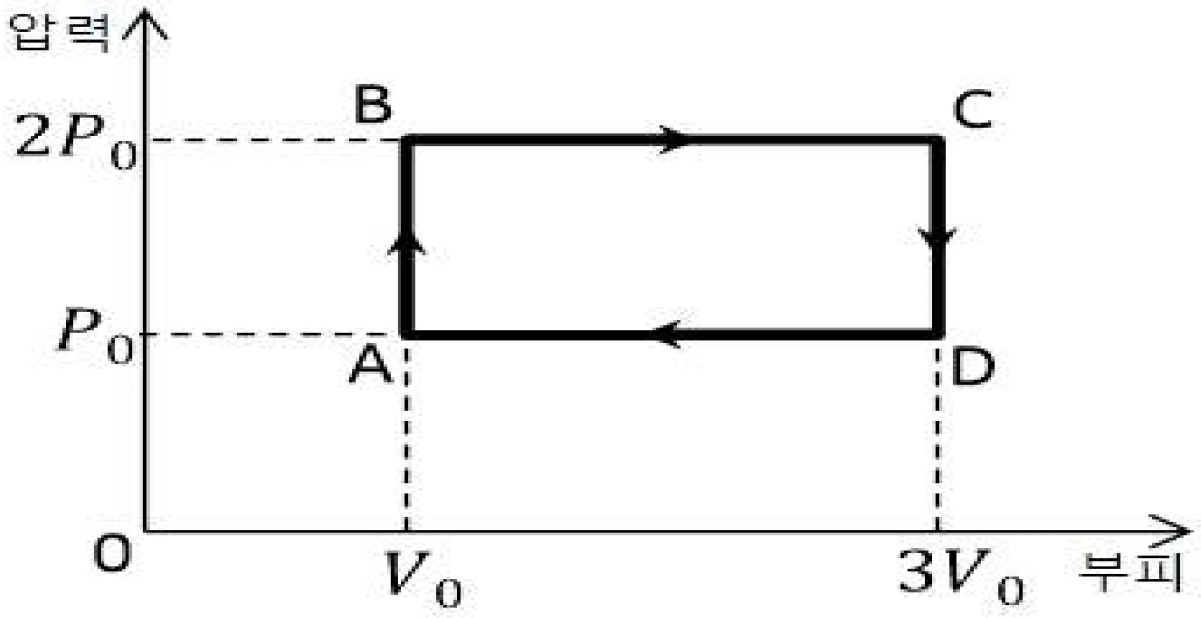
먼저 화살표가 전하에서 나가는지 들어가는지 확인하여 부호를 정한다. 다음으로 각 전하에 연결된 전기력선의 수를 비교하여 전하량의 크기를 판단하고, 마지막으로 두 전하의 부호가 같으면 척력, 다르면 인력으로 결정한다.

암기 포인트

전기력선은 양전하에서 나와 음전하로 들어가며, 선의 수는 전하량의 크기를 나타낸다. 같은 부호는 척력, 다른 부호는 인력이다.

NoteBase

문 18. 아래 그림은 일정량의 이상 기체의 상태가 A→B→C→D→A를 따라 변할 때 압력과 부피를 나타낸 것이다. 다음 <보기> 중 옳은 것을 모두 고른 것은?



<보기>

㉠ B→C 과정에서 기체가 외부에 한 일은 D→A 과정에서 기체가 외부로부터 받은 일의 2배이다.

㉡ A→B→C 과정에서 기체 분자의 평균 속력은 증가한다.

㉢ C→D→A 과정에서 기체의 내부 에너지는 증가한다.

① ㉠

② ㉢

③ ㉠, ㉡

④ ㉠, ㉡, ㉢

정답 3번

출제 포인트

압력-부피 그래프에서 기체가 한 일을 구하고, 이상 기체의 온도와 내부 에너지를 PV로 판단하는 문제이다.

조건 정리

각 상태는 $A(V_0, P_0)$, $B(V_0, 2P_0)$, $C(3V_0, 2P_0)$, $D(3V_0, P_0)$이다. 일정량의 이상 기체이므로 $T \propto PV$이고, 기체 분자의 평균 속력은 $\sqrt{T}$에 비례하며, 내부 에너지는 온도에 따라 증가한다.

NoteBase

사용할 공식

등압 과정에서 기체가 외부에 한 일은 $W = P\Delta V$이다. 압축 과정에서 기체가 외부로부터 받은 일의 크기도 $P|\Delta V|$로 구한다. 또한 이상 기체 상태 방정식 $PV = nRT$에 따라 일정량의 기체에서는 $T \propto PV$이다.

계산 과정

㉠ $B \to C$에서 기체가 한 일은 $2P_0(3V_0 - V_0) = 4P_0V_0$이다. $D \to A$에서 기체가 받은 일의 크기는 $P_0(3V_0 - V_0) = 2P_0V_0$이므로 전자가 후자의 2배이다. 따라서 ㉠은 옳다.
㉡ PV는 A에서 P_0V_0, B에서 $2P_0V_0$, C에서 $6P_0V_0$로 계속 증가한다. 따라서 온도와 분자의 평균 속력이 모두 증가하므로 ㉡은 옳다.
㉢ PV는 C의 $6P_0V_0$에서 D의 $3P_0V_0$, A의 P_0V_0로 감소한다. 따라서 온도와 내부 에너지가 감소하므로 ㉢은 옳지 않다.

선지 판단

① X — ㉠은 옳지만 ㉡도 옳으므로 '㉠만' 고른 것이 잘못이다. 올바른 선택은 ㉠, ㉡이다.
② X — ㉢은 내부 에너지가 증가한다는 부분이 틀렸고, 옳은 ㉠과 ㉡도 빠져 있다. 올바르게는 ㉠, ㉡이 옳고 ㉢의 내부 에너지는 감소한다.
③ O — 옳은 진술은 ㉠과 ㉡이고 ㉢은 틀리므로 정확한 조합이다.
④ X — ㉢까지 옳다고 포함한 것이 잘못이다. 올바른 선택은 ㉠, ㉡이며, $C \to D \to A$에서 내부 에너지는 감소한다.

오답 포인트

등압 과정의 일은 직사각형의 넓이 $P\Delta V$로 비교해야 한다. 또한 과정의 방향과 무관하게 온도를 압력이나 부피 하나만으로 판단하면 안 되고, 각 상태의 PV를 비교해야 한다. 특히 ㉢의 '증가'가 함정이며 실제로는 감소이다.

다시 나오면 이렇게 판단

압력-부피 그래프에서는 먼저 각 점의 P와 V를 적고, 일은 경로 아래 넓이와 방향으로 판단한다. 온도·평균 속력·내부 에너지는 각 상태의 PV 증감을 순서대로 비교한다.

암기 포인트

등압 일은 $P\Delta V$, 일정량의 이상 기체는 $T \propto PV$, 평균 속력은 $\sqrt{T}$, 내부 에너지는 T에 따라 변한다.

NoteBase

문 19. 줄의 길이가 L, 추의 질량이 m인 단진자의 주기는 T이다. 질량만 $5m$으로 했을 때의 주기를 T_1, 길이만 $4L$로 했을 때의 주기를 T_2라고 할 경우 서로의 관계를 나타낸 것으로 가장 옳은 것은?

① $T = T_1 < T_2$

② $T = T_1 > T_2$

③ $T < T_1 = T_2$

④ $T < T_1 < T_2$

정답 1번

출제 포인트

단진자의 주기가 추의 질량과 무관하고 줄 길이의 제곱근에 비례한다는 점을 이용해 세 주기의 관계를 판단하는 문제이다.

조건 정리

기준 단진자: 줄의 길이는 L, 추의 질량은 m, 주기는 T이다.
질량만 $5m$으로 바꾼 주기는 T_1이다.
길이만 $4L$로 바꾼 주기는 T_2이다.
중력가속도와 작은 진폭 조건은 동일하므로 질량과 길이의 변화만 비교한다.

사용할 공식

단진자의 주기는
$T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}$
이다. 이 식에는 추의 질량 m이 없으므로 질량 변화는 주기에 영향을 주지 않는다. 또한 주기는 줄 길이 L의 제곱근에 비례한다.

계산 과정

1. 질량만 m에서 $5m$으로 바꾸면 주기 공식은 변하지 않으므로 $T_1 = T$이다.
2. 길이만 L에서 $4L$로 바꾸면
$T_2 = 2\pi\sqrt{\frac{4L}{g}} = 2\left(2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}\right) = 2T$
이다.
3. 따라서 $T = T_1 < T_2$이다.

NoteBase

선지 판단

① O — $T_1 = T$이고 $T_2 = 2T$이므로 $T = T_1 < T_2$가 성립한다.
② X — '$T_1 > T_2$'가 틀린 표현이다. 올바르게는 $T_1 < T_2$이며 전체 관계는 $T = T_1 < T_2$이다.
③ X — '$T < T_1$'와 '$T_1 = T_2$'가 모두 틀린 표현이다. 질량 변화로 주기가 변하지 않아 $T = T_1$이고, 길이가 $4L$가 되면 $T_2 = 2T$이므로 올바른 관계는 $T = T_1 < T_2$이다.
④ X — '$T < T_1$'가 틀린 표현이다. 질량을 $5m$으로 바꾸어도 주기는 같으므로 올바르게는 $T = T_1 < T_2$이다.

오답 포인트

추의 질량이 커지면 진자가 더 느리게 움직일 것이라고 생각해 $T_1 > T$로 판단하기 쉽다. 그러나 단진자의 주기 공식에는 질량이 없으며, 길이를 4배로 하면 주기는 4배가 아니라 제곱근인 2배가 된다.

다시 나오면 이렇게 판단

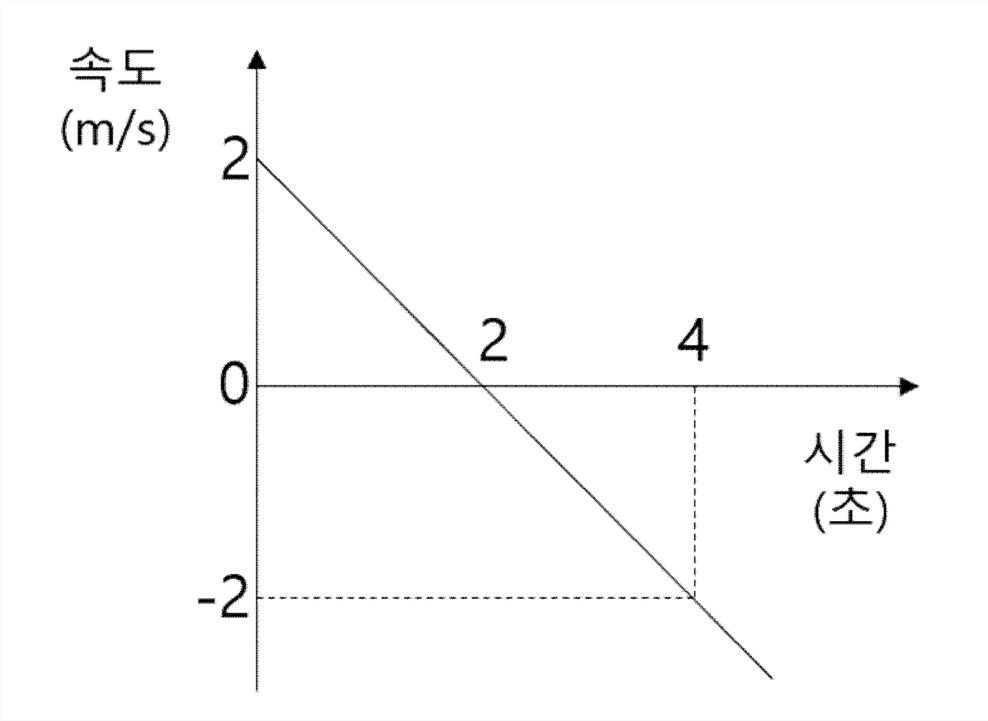
단진자 주기 비교에서는 먼저 $T = 2\pi\sqrt{L/g}$를 적고, 질량 변화는 제외한 뒤 길이의 비에 제곱근을 취해 주기비를 구한다.

암기 포인트

단진자 주기는 질량과 무관하고, 줄 길이의 제곱근에 비례한다: $T \propto \sqrt{L}$.

NoteBase

문 20. 아래 그래프는 어떤 물체의 직선상에서의 운동 상태를 속도-시간 그래프로 나타낸 것이다. 이에 대한 해석으로 가장 옳은 것은?



① 물체의 운동 방향이 한 번 바뀌었다.

② 0초 때의 물체의 위치와 2초 때의 물체의 위치가 같다.

③ 시간이 흐를수록 속력이 계속 감소하고 있다.

④ 4초 때의 가속도는 1 m/s^2이다.

정답 1번

출제 포인트

속도-시간 그래프에서 속도의 부호로 운동 방향을, 그래프와 시간축 사이의 부호 있는 넓이로 변위를, 그래프의 기울기로 가속도를 판단하는 문제이다.

조건 정리

그래프에서 속도는 $t = 0$일 때 $2m/s$, $t = 2s$일 때 0, $t = 4s$일 때 $-2m/s$이다. 속도는 시간에 따라 일정하게 감소하며 $t = 2s$에서 한 번 부호가 바뀐다.

사용할 공식

변위는 속도-시간 그래프의 부호 있는 넓이이므로 $\Delta x = \int v dt$이고, 가속도는 그래프의 기울기이므로 $a = \Delta v/\Delta t$이다. 운동 방향은 속도의 부호로 판단하고, 속력은 $|v|$로 판단한다.

NoteBase

계산 과정

0초부터 2초까지의 변위는 시간축 위 삼각형의 넓이인 $\frac{1}{2} \times 2s \times 2m/s = 2m$이다. 가속도는 $a = \frac{-2m/s - 2m/s}{4s - 0s} = -1m/s^2$이다.

선지 판단

① O — 속도가 $t = 2s$에서 양(+)에서 음(-)으로 한 번 바뀌므로 물체의 운동 방향도 한 번 바뀐다.
② X — 0초부터 2초까지의 변위가 $+2m$이므로 두 시각의 위치는 같지 않다. '위치가 같다'가 틀린 표현이며, 올바르게는 2초 때의 위치가 0초 때보다 양의 방향으로 $2m$ 이동한 위치이다.
③ X — 속력은 속도의 크기이므로 0초부터 2초까지는 $2m/s$에서 0으로 감소하지만, 2초 이후에는 다시 증가한다. '계속 감소'가 틀린 표현이며, 올바르게는 속력이 2초까지 감소한 뒤 증가한다.
④ X — 속도-시간 그래프의 기울기는 일정하며 $-1m/s^2$이다. '$1m/s^2$'가 틀린 표현이며, 올바르게는 4초 때의 가속도가 $-1m/s^2$이다.

오답 포인트

③에서는 감소하는 속도 값과 속력의 감소를 혼동하기 쉽다. 속도가 0을 지나 음수가 된 뒤에도 수치 자체는 감소하지만, 속력 $|v|$는 증가한다. ④에서는 기울기의 크기만 보고 부호를 빠뜨리기 쉽다.

다시 나오면 이렇게 판단

속도-시간 그래프에서는 먼저 속도의 부호 변화로 방향 전환을 확인하고, 위치 비교에는 부호 있는 넓이를 사용하며, 가속도는 그래프의 기울기를 계산한다. 속력은 반드시 속도의 절댓값으로 따로 판단한다.

암기 포인트

속도-시간 그래프에서 부호는 방향, 넓이는 변위, 기울기는 가속도이고, 속력은 $|v|$이다.

NoteBase