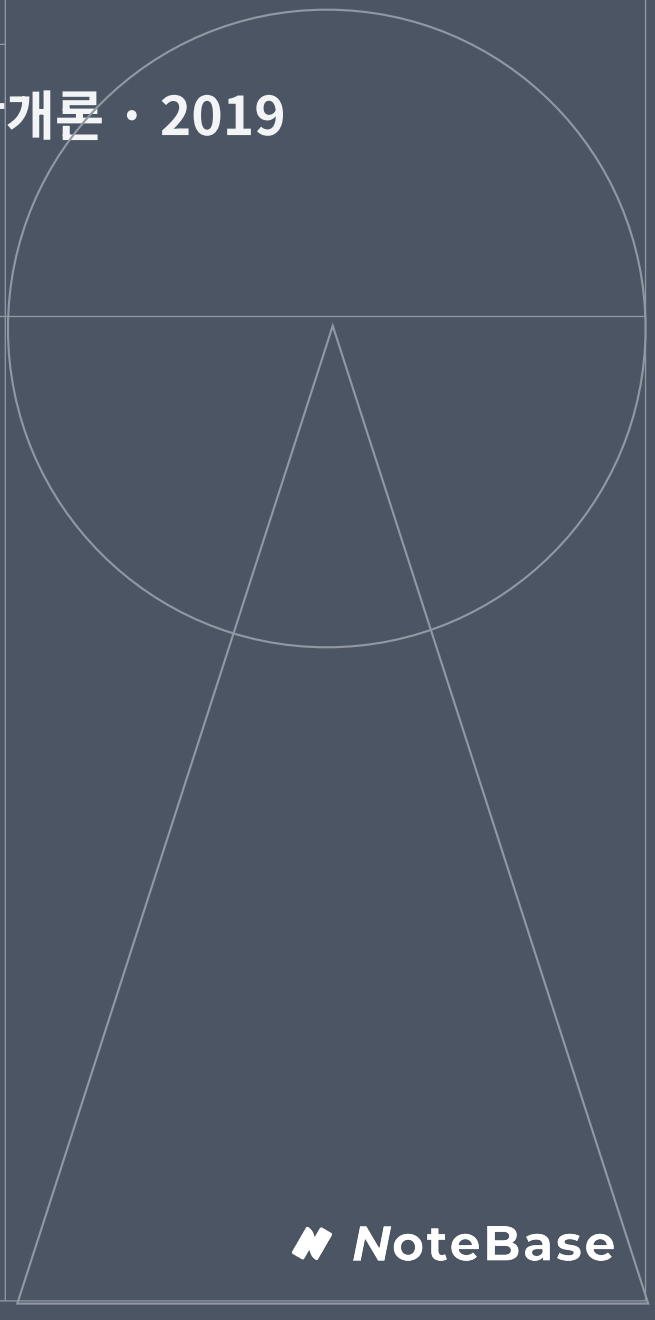
기출OX 해설집

공무원/국가직/7급 · 물리학개론 · 2019



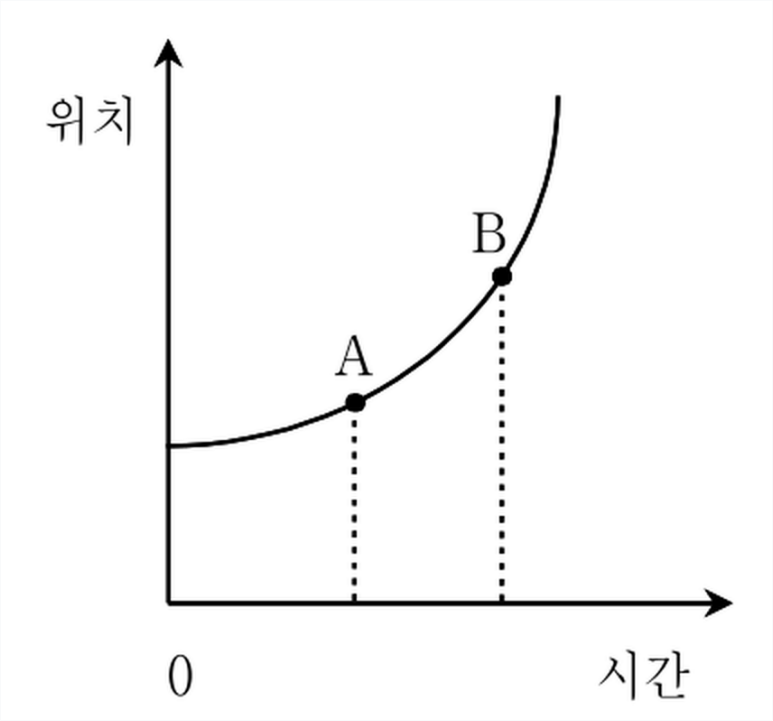
NoteBase

기출OX 해설집

공무원/국가직/7급 · 물리학개론 · 2019

공무원/국가직/7급 · 물리학개론 · 2019

문 1. 그림은 1차원 직선운동을 하는 물체의 위치를 시간에 따라 나타낸 것이다. A점과 B점 사이의 구간에서 물체의 평균 속력은 v_평균, A점과 B점에서 물체의 순간 속력은 각각 v_A, v_B일 때, v_평균, v_A, v_B의 크기를 비교한 것으로 옳은 것은?



① v_A = v_평균 = v_B

② v_B < v_평균 < v_A

③ v_평균 < v_B < v_A

④ v_A < v_평균 < v_B

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 위치-시간 그래프에서 A점과 B점의 접선 기울기와 두 점을 잇는 할선의 기울기를 비교하여 순간 속력과 평균 속력의 크기 관계를 판단하는 문제이다. 이 구간에서는 위치가 계속 증가하므로 기울기의 크기 비교가 곧 속력의 크기 비교가 된다.

NoteBase

선지별 해설

① X
- 세 값이 모두 같으려면 A와 B 사이 그래프가 직선이어야 한다. 그림은 시간이 지날수록 기울기가 커지는 곡선이므로 v_A, 평균 속력, v_B는 서로 다르다.
- 틀린 표현은 "$v_A = v_{avg} = v_B$"에 해당하는 비교이다. 올바르게는 "$v_A < v_{avg} < v_B$"이다.

② X
- B점의 접선 기울기가 가장 크고 A점의 접선 기울기가 가장 작다. 따라서 v_B가 가장 작다는 비교가 반대이다.
- 틀린 표현은 "$v_B < v_{avg} < v_A$"이다. 올바르게는 "$v_A < v_{avg} < v_B$"이다.

③ X
- 평균 속력은 A점과 B점을 잇는 할선의 기울기이므로 두 점에서의 접선 기울기 사이에 놓인다. 즉 평균 속력은 가장 작은 값이 될 수 없어 $v_{avg} < v_B$라는 부분이 성립하지 않는다.
- 또한 뒷점 B의 접선 기울기가 앞점 A보다 크므로 $v_A < v_B$이다. 따라서 $v_B < v_A$라는 대소 관계도 반대이며, ③은 순서 자체가 뒤집혀 있다.
- 틀린 표현은 "$v_{avg} < v_B < v_A$"이다. 올바르게는 "$v_A < v_{avg} < v_B$"이다.

④ O
- 위치-시간 그래프에서 순간 속력의 크기는 각 점에서의 접선 기울기 크기이고, 평균 속력은 A점과 B점을 잇는 할선의 기울기 크기이다. 그림은 기울기가 점점 증가하는 아래로 볼록(concave up)한 곡선이어서 시간이 지날수록 접선 기울기가 커지므로 v_A보다 평균 속력이 크고 평균 속력보다 v_B가 크다. 따라서 "$v_A < v_{avg} < v_B$"가 맞다.

오답 포인트

평균 속력을 두 점의 순간 속력을 단순히 더해 나눈 값으로 오해하거나, A점과 B점의 접선 기울기 대신 점의 높이만 비교하면 오답이 된다. 이 문항의 함정은 위치의 크기 비교가 아니라 기울기 비교라는 점이다.

다시 나오면 이렇게 판단

위치-시간 그래프가 나오면 먼저 각 점의 순간 속력은 접선 기울기, 구간의 평균 속력은 두 점을 잇는 할선 기울기라고 본다. 그다음 그래프가 아래로 볼록(concave up, 기울기가 점점 증가하는 형태)이면 시간이 지날수록 기울기가 커진다고 판단하여 앞점 < 평균 < 뒷점 순서로 비교한다.

암기 포인트

위치-시간 그래프에서 접선은 순간 속력, 할선은 평균 속력이며, 아래로 볼록(concave up)이면 기울기가 점점 커지고 위로 볼록(concave down)이면 기울기가 점점 작아진다.

NoteBase

문 2. 보어의 수소 원자 모형에서 전자가 $n=3$ 에너지 준위에서 $n=1$ 에너지 준위로 전이하였다. 이 과정에서 방출되는 광자의 에너지로 가장 가까운 것은? (단, 수소 원자에서 전자의 바닥 상태 에너지는 -13.6eV이다)

① 13.6eV

② 12.1eV

③ 6.8eV

④ 3.4eV

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 보어의 수소 원자 모형에서 에너지 준위 $E_n=-13.6/n^2\text{eV}$를 이용해 전이 시 방출 광자의 에너지를 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 전자는 $n=3$ 준위에서 $n=1$ 준위로 전이한다.
바닥상태 에너지: $E_1=-13.6\text{eV}$이다.
구해야 할 값: 이 전이에서 방출되는 광자의 에너지이다.
주의할 조건: 광자 에너지는 두 준위의 에너지 차이의 크기이다.

사용할 공식

수소 원자의 n번째 에너지 준위는 $E_n=-13.6/n^2\text{eV}$이다.
방출 광자의 에너지는 $\Delta E=|E_f-E_i|$이다.
이 공식을 쓰는 이유: 보어 모형에서는 전자가 높은 준위에서 낮은 준위로 전이할 때 두 준위의 에너지 차이만큼 광자가 방출되기 때문이다.

계산 과정

1. 초기 준위의 에너지는 $E_3=-13.6/9\text{eV}\approx -1.51\text{eV}$이다.
2. 최종 준위의 에너지는 $E_1=-13.6\text{eV}$이다.
3. 방출 광자의 에너지는 $\Delta E=|E_1-E_3|=|-13.6-(-1.51)|\text{eV}\approx 12.09\text{eV}$이다.
4. 가장 가까운 값은 12.1 eV이므로 정답은 2번이다.

NoteBase

선지 판단

1번 X: 제시된 13.6 eV는 바닥상태의 절댓값 에너지와 같을 뿐, $n = 3 \to 1$ 전이 에너지와는 다르다. 틀린 수치는 13.6 eV이며, 올바르게는 약 12.1 eV이다.
2번 O: 계산한 전이 에너지가 약 12.09 eV이므로 가장 가까운 값은 12.1 eV이다.
3번 X: 6.8 eV는 13.6 eV의 절반으로, $n = 3 \to 1$의 에너지 차이를 잘못 절반으로 본 값에 가깝다. 틀린 수치는 6.8 eV이며, 올바르게는 약 12.1 eV이다.
4번 X: 3.4 eV는 $n = 2$ 준위의 절댓값 에너지 $13.6/4$에 해당하는 값이다. 틀린 수치는 3.4 eV이며, 올바르게는 약 12.1 eV이다.

오답 포인트

바닥상태 에너지 -13.6eV 자체와 전이 에너지의 차이를 혼동하면 1번으로 끌리기 쉽다. 또 n이 바뀌면 $1/n^2$로 계산해야 하는데 이를 놓치면 3번이나 4번 같은 단순 분할값을 고르기 쉽다.

다시 나오면 이렇게 판단

보어 모형 문제는 먼저 각 준위의 에너지를 $E_n = -13.6/n^2\text{eV}$로 각각 구한 뒤, 초기와 최종 에너지의 차이의 크기를 계산하는 순서로 판단한다.

암기 포인트

수소 원자 전이 광자 에너지는 각 준위값을 따로 구한 뒤 그 차이의 절댓값으로 계산한다.

NoteBase

문 3. 용수철 상수가 k인 용수철에 질량 m인 추를 매단 용수철 진자의 단진동 주기는 길이 l인 줄에 질량 m인 추를 매단 단진자의 단진동 주기와 같았다. 길이 $2l$인 줄에 질량 $2m$인 추를 매단 단진자와 단진동 주기가 같은 용수철 진자는? (단, 추의 크기, 용수철과 줄의 질량은 무시하고 중력 가속도는 $10m/s^2$이다)

① 용수철 상수가 $\frac{1}{2}k$인 용수철에 질량이 $2m$인 추를 매단 용수철 진자

② 용수철 상수가 k인 용수철에 질량이 $2m$인 추를 매단 용수철 진자

③ 용수철 상수가 $2k$인 용수철에 질량이 $\frac{1}{2}m$인 추를 매단 용수철 진자

④ 용수철 상수가 $2k$인 용수철에 질량이 m인 추를 매단 용수철 진자

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 단진자의 주기 $T_p = 2\pi\sqrt{l/g}$와 용수철 진자의 주기 $T_s = 2\pi\sqrt{m/k}$를 비교하여 같은 주기가 되도록 m/k 비를 맞출 수 있는지를 묻는다.

조건 정리

처음 조건에서 $2\pi\sqrt{m/k} = 2\pi\sqrt{l/g}$이므로 $m/k = l/g$이다.
길이 $2l$인 단진자의 주기는 $2\pi\sqrt{2l/g}$이다.
단진자의 질량은 주기에 영향을 주지 않으므로 질량 $2m$은 계산에 쓰이지 않는다.

사용할 공식

단진자 주기는 $T_p = 2\pi\sqrt{l/g}$, 용수철 진자 주기는 $T_s = 2\pi\sqrt{m/k}$이다.
이 공식을 쓰는 이유는 두 진자의 주기가 같다는 조건이 결국 l/g와 m/k의 대응 관계를 정해 주기 때문이다.

계산 과정

처음 조건으로부터 $m/k = l/g$를 얻는다.
길이 $2l$인 단진자의 주기는 $2\pi\sqrt{2l/g}$이므로, 같은 주기를 가지는 용수철 진자는 $m'/k' = 2l/g$를 만족해야 한다.
여기에 $l/g = m/k$를 대입하면 $m'/k' = 2m/k$가 되어야 한다.

NoteBase

선지 판단

1번: X. $m'/k' = 2m/(k/2) = 4m/k$이므로 필요한 값 $2m/k$보다 2배 크다. 주기가 너무 길다. 틀린 표현은 '용수철 상수가 $\frac{1}{2}k$'이다. 올바르게는 질량이 $2m$이면 용수철 상수는 k여야 한다.
2번: O. $m'/k' = 2m/k$이므로 목표 조건 $m'/k' = 2m/k$를 정확히 만족한다. 따라서 길이 $2l$인 단진자와 주기가 같다.
3번: X. $m'/k' = (m/2)/(2k) = m/(4k)$이므로 필요한 값 $2m/k$보다 8배 작다. 주기가 너무 짧다. 틀린 표현은 '질량이 $\frac{1}{2}m$인 추'이다. 올바르게는 용수철 상수가 $2k$이면 질량은 $4m$이어야 한다.
4번: X. $m'/k' = m/(2k)$이므로 필요한 값 $2m/k$보다 4배 작다. 주기가 너무 짧다. 틀린 표현은 '용수철 상수가 $2k$'이다. 올바르게는 질량이 m이면 용수철 상수는 $\frac{1}{2}k$여야 한다.

오답 포인트

단진자의 질량 $2m$까지 주기에 영향을 준다고 착각하거나, 길이가 $2l$로 바뀌었을 때 주기가 2배가 아니라 $\sqrt{2}$배로 변한다는 점을 놓치면 오답으로 간다. 또한 같은 주기 조건을 직접 비교하지 않고 질량과 용수철 상수만 따로 보면 1번과 4번에 흔들리기 쉽다.

다시 나오면 이렇게 판단

주기 비교 문제는 먼저 각 계의 주기 공식을 적고, 같은 주기 조건을 m/k나 l/g 같은 비의 형태로 바꾼 뒤 각 선지가 그 비를 만족하는지만 확인하면 된다.

암기 포인트

용수철 진자는 m/k, 단진자는 l/g가 주기를 결정하며, 단진자의 질량은 주기에 영향을 주지 않는다.

NoteBase

문 4. 반감기가 8일인 요오드 ($^{131}_{53}$I)의 초기 방사선 강도가 6.4×10^7 Bq일 때, 방사선 강도가 4×10^6 Bq로 줄어드는 데 소요되는 기간은?

① 40일

② 32일

③ 24일

④ 16일

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 반감기 공식을 이용해 방사선 강도가 초기값의 몇 분의 몇으로 줄었는지 계산하고 소요 시간을 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 반감기 8일, 초기 방사선 강도 $6.4 \times 10^7 Bq$, 최종 방사선 강도 $4 \times 10^6 Bq$이다.
구해야 할 값: $6.4 \times 10^7 Bq$가 $4 \times 10^6 Bq$로 줄어드는 데 걸리는 시간이다.
주의할 조건: 반감기 1번이 지날 때마다 방사선 강도는 절반이 된다.

사용할 공식

사용 공식은 A=A_0≤ft(12)^n이다.
이 공식을 쓰는 이유는 방사성 붕괴에서 반감기마다 강도가 정확히 절반으로 감소하므로, 최종 강도와 초기 강도의 비를 이용해 반감기 횟수 n을 바로 구할 수 있기 때문이다.

계산 과정

1. 강도의 비를 구하면 (A)/(A_0)=(4×10^6)/(6.4×10^7)=116이다.
2. 116=≤ft(12)^4이므로 반감기 횟수는 4번이다.
3. 반감기 1번이 8일이므로 전체 시간은 $4 \times 8 = 32$일이다.

NoteBase

선지별 해설

① X: 40일은 반감기 5번에 해당하는 값이다. 이 문항에서는 강도가 116배가 되어 반감기 4번만 지나면 되므로 틀린 표현은 '40일'이다. 올바르게는 '32일'이다.
② O: 강도가 116=≤ft(12)^4배가 되었으므로 반감기 4번이 지났고, $4 \times 8 = 32$일이므로 옳다.
③ X: 24일은 반감기 3번에 해당하는 값이다. 반감기 3번이면 강도는 ≤ft(12)^3=18배가 되어 $8 \times 10^6 Bq$가 되므로 틀린 표현은 '24일'이다. 올바르게는 '32일'이다.
④ X: 16일은 반감기 2번에 해당하는 값이다. 반감기 2번이면 강도는 14배가 되어 $1.6 \times 10^7 Bq$이므로 틀린 표현은 '16일'이다. 올바르게는 '32일'이다.

오답 포인트

초기값과 최종값의 비를 먼저 보지 않고 시간을 선지 숫자에 맞춰 대입하면 반감기 횟수를 2번, 3번, 5번으로 잘못 세기 쉽다. 특히 $6.4 \times 10^7 \rightarrow 4 \times 10^6$을 단순히 16배 감소로만 보고 반감기 4번이라는 연결을 놓치면 오답이 된다.

다시 나오면 이렇게 판단

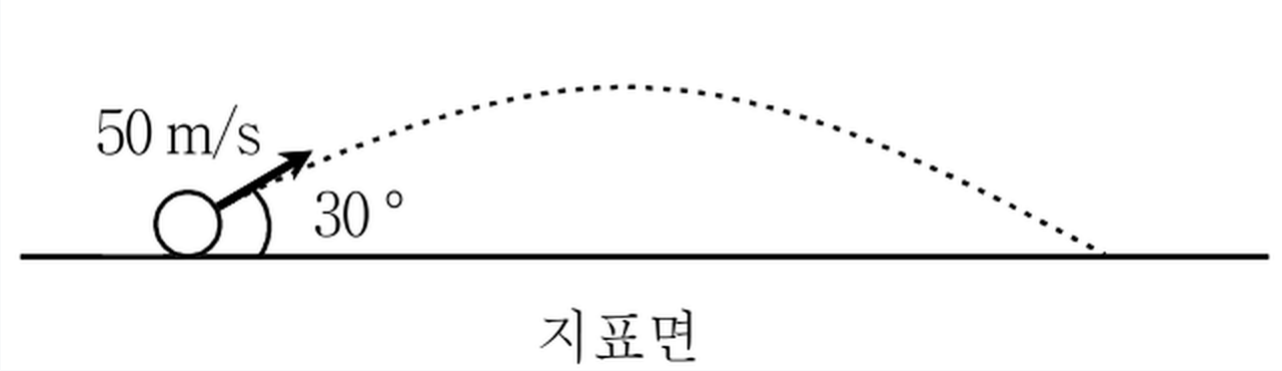
반감기 문제는 먼저 최종값초기값를 구해 그것이 ≤ft(12)^n 중 무엇인지 찾고, 그다음 n×반감기로 시간을 계산하면 된다.

암기 포인트

12^n배 감소이면 반감기 n번 경과이며, 시간은 반감기 $\times n$이다.

NoteBase

문 5. 평평한 지표면에서 골프공이 수평면과 30° 각도로 초기 속력 50m/s로 발사되어 포물선 운동을 하였다. 이에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?



① 골프공이 최고점까지 올라가는 데 걸리는 시간과 최고점으로부터 다시 지표면에 도달하는 데 걸리는 시간은 같다.

② 골프공이 최고점까지 올라갔다가 다시 떨어져 지표면에 도달하는 순간의 속력은 50m/s이다.

③ 골프공의 질량이 클수록 골프공이 도달할 수 있는 최고점의 높이가 낮아진다.

④ 포물선 운동을 하는 동안 골프공의 가속도는 항상 일정하다.

정답 3번

출제 포인트

같은 높이에서 출발해 같은 높이로 떨어지는 포물선 운동의 시간 대칭성, 속력의 크기, 질량 의존성, 중력가속도 일정성을 묻는 문제이다.

핵심 개념

포물선 운동은 수평방향의 등속도 운동과 수직방향의 등가속도 운동이 합쳐진 운동이다. 같은 높이에서 출발해 같은 높이로 도착하면 상승 시간과 하강 시간이 같고, 도착 순간의 속력 크기는 처음과 같다. 최대 높이는 $H = \frac{v_{0y}^2}{2g}$, 여기서 $v_{0y} = 50\sin 30^\circ$ 이므로 질량은 식에 들어가지 않는다.

NoteBase

선지별 해설

① O
같은 높이에서 출발해 같은 높이로 떨어지는 포물선 운동에서는 수직방향 운동이 대칭이므로 최고점까지 걸린 시간과 최고점에서 지표면까지 내려오는 시간은 같다.

② O
공기 저항을 무시하면 역학적 에너지가 보존되고, 출발점과 도착점의 높이가 같으므로 지표면에 다시 도달하는 순간의 속력 크기는 처음과 같은 50 m/s이다. 방향은 다르지만 속력의 크기는 같다.

③ X
틀린 부분은 "질량이 클수록 골프공이 도달할 수 있는 최고점의 높이가 낮아진다"이다.
실제로는 최대 높이 $H = \frac{(50\sin 30^\circ)^2}{2g}$ 로 정해지므로 질량과 무관하다. 질량이 커져도 같은 초기 속도와 같은 발사각이면 최고점 높이는 변하지 않는다.

④ O
공기 저항을 무시한 포물선 운동에서 가속도는 운동 내내 중력가속도뿐이므로 크기와 방향이 항상 일정하다. 즉 가속도는 항상 아래 방향 g이다.

오답 포인트

③은 일상 감각 때문에 무거운 물체가 덜 올라갈 것이라고 착각하기 쉽다. 그러나 포물선 운동의 최고점은 질량이 아니라 초기 수직속도 v_{0y} 와 중력가속도 g 로만 결정된다. ②에서도 속도와 속력을 혼동하면 방향이 달라졌으니 값도 달라진다고 오해하기 쉽다.

다시 나오면 이렇게 판단

같은 높이에서 출발해 같은 높이로 도착하는지 먼저 확인한다. 그러면 상승 시간과 하강 시간이 같고, 도착 속력의 크기도 처음과 같다고 판단할 수 있다. 이어서 높이 식에 질량이 들어가는지 보면 질량 관련 선지를 바로 걸러낼 수 있다.

암기 포인트

포물선 운동은 시간 대칭, 속력 크기 대칭, 최고점 높이는 질량과 무관, 가속도는 항상 아래 방향 g이다.

NoteBase

문 6. 단열 용기에 담긴 20°C의 물에 60°C의 구리 1kg을 넣었더니 물의 온도가 30°C에서 열평형 상태가 되었다. 구리 1kg이 담긴 이 30°C의 물에 100°C의 구리 1kg을 추가로 넣는다면, 열평형 상태에 도달했을 때 물의 온도[°C]는? (단, 단열 용기와 외부 사이의 열 출입은 없고, 단열 용기의 열용량은 무시한다)

① 38

② 40

③ 44

④ 50

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 단열 용기에서의 열평형식을 두 번 세워 물의 등가열용량을 구한 뒤 최종 평형온도를 계산하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값:
- 물의 초기 온도는 20°C이다.
- 처음 넣은 구리 1kg의 초기 온도는 60°C이고, 1차 평형온도는 30°C이다.
- 추가로 넣는 구리 1kg의 초기 온도는 100°C이다.

구해야 할 값:
- 두 번째 열평형 뒤 물의 온도이다.

주의할 조건:
- 단열 용기이므로 바깥으로 빠져나가는 열이 없다.
- 두 번째 계산에서는 물뿐 아니라 처음부터 들어 있던 구리 1kg도 30°C에서 함께 가열된다.

사용할 공식

열평형에서는 뜨거운 물체가 잃은 열량과 차가운 물체가 얻은 열량이 같다.

$Q = mc\Delta T$

이 공식을 쓰는 이유:
이 문제는 외부와의 열출입이 없는 단열계이므로, 각 단계에서 구리가 잃은 열량과 물 또는 물+구리가 얻은 열량을 같게 둘 수 있다.

NoteBase

계산 과정

1. 첫 번째 열평형식은 다음과 같다.

$1 \cdot c_{Cu} \cdot (60 - 30) = m_w c_w \cdot (30 - 20)$

따라서

$30c_{Cu} = 10m_w c_w \Rightarrow m_w c_w = 3c_{Cu}$

즉, 물의 열용량은 구리 3kg의 열용량과 같다.

2. 두 번째 과정에서 30°C에 있던 계의 열용량은 물과 처음 구리를 합쳐

$m_w c_w + c_{Cu} = 3c_{Cu} + c_{Cu} = 4c_{Cu}$

이다.

3. 최종 평형온도를 T라 두면

$4c_{Cu}(T - 30) = c_{Cu}(100 - T)$

이고, c_{Cu}를 약분하면

$4(T - 30) = 100 - T$

$5T = 220$

$T = 44$

따라서 최종 평형온도는 44°C이다.

선지별 해설

① X

- 38°C는 두 번째 열평형식 $4(T - 30) = 100 - T$를 만족하지 않는다.
- 틀린 표현은 '최종 온도가 38°C이다'이고, 올바르게는 '최종 온도는 44°C이다'이다.

② X

- 40°C를 대입하면 왼쪽은 $4 \times 10 = 40$, 오른쪽은 60이므로 열평형이 성립하지 않는다.
- 틀린 표현은 '최종 온도가 40°C이다'이고, 올바르게는 '최종 온도는 44°C이다'이다.

③ O

- 첫 번째 평형에서 물의 열용량이 구리 3kg과 같아지고, 두 번째 평형에서는 30°C의 물+처음 구리가 구리 4kg 상당의 열용량으로 함께 가열된다.
- 따라서 $4(T - 30) = 100 - T$에서 $T = 44$가 되어 정답이 된다.

④ X

- 50°C를 대입하면 왼쪽은 $4 \times 20 = 80$, 오른쪽은 50이므로 열평형이 성립하지 않는다.
- 틀린 표현은 '최종 온도가 50°C이다'이고, 올바르게는 '최종 온도는 44°C이다'이다.

오답 포인트

가장 흔한 실수는 두 번째 과정에서 처음 넣었던 구리 1kg도 30°C에서 함께 존재한다는 점을 빼먹는 것이다. 물만 가열된다고 보면 열용량을 작게 잡아 오답이 나온다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

열평형이 연속으로 주어지면 첫 번째 평형식으로 미지 물체의 등가열용량을 먼저 구하고, 그 값을 다음 평형식에 그대로 대입해 판단한다.

암기 포인트

연속 열평형 문제는 '1차 평형으로 등가열용량 환산, 2차 평형에 재투입' 구조이다.

NoteBase

문 7. 원형 고리 도선을 통과하는 자기선속이 시간 t[초]에 따라 $\Phi_m = t^3 + 2t^2 + 10$으로 변하고 있다. $t = 2$초일 때 원형 고리 도선에 유도되는 기전력의 크기는? (단, 자기선속의 단위는 Wb이다)

① 20 V

② 26 V

③ 40 V

④ 78 V

정답 1번

출제 포인트

이 문제는 패러데이 법칙을 이용해 시간에 따라 변하는 자기선속식에서 특정 시각의 유도기전력 크기를 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 자기선속은 $\Phi_m = t^3 + 2t^2 + 10$이다.
구해야 할 값은 $t = 2s$에서의 유도기전력의 크기이다.
유도기전력의 크기는 자기선속의 값 자체가 아니라 시간에 대한 변화율로 구한다.

사용할 공식

$|\mathcal{E}| = \left|\frac{d\Phi}{dt}\right|$
자기선속이 시간의 함수로 직접 주어졌으므로 자기선속식을 시간에 대해 미분하면 바로 유도기전력의 크기를 구할 수 있다.

계산 과정

1. 자기선속을 시간에 대해 미분하면 $\frac{d\Phi_m}{dt} = 3t^2 + 4t$이다.
2. $t = 2s$를 대입하면 $3(2)^2 + 4(2) = 12 + 8 = 20$이다.
3. 따라서 유도기전력의 크기는 $20V$이다.

NoteBase

선지별 해설

① O: 계산 결과가 $20V$이므로 맞다.
② X: $26V$는 오답이다. 이 값은 $t=2$를 자기선속식에 그대로 넣어 얻는 $\Phi_m = 26Wb$를 기전력으로 착각한 경우이다. 틀린 표현은 자기선속 값을 유도기전력으로 본 점이며, 올바르게는 시간미분값 $20V$가 유도기전력이다.
③ X: $40V$는 오답이다. 시간미분으로 얻은 $20V$에 불필요한 계수를 더 곱한 과대계산에 해당한다. 틀린 표현은 미분 뒤 추가 계산을 한 점이며, 올바르게는 $t=2$에서의 미분값 $20V$만 취한다.
④ X: $78V$는 오답이다. 자기선속의 수치값과 유도기전력을 뒤섞어 크게 계산한 값이다. 틀린 표현은 Φ_m를 먼저 미분하지 않은 점이며, 올바르게는 Φ_m를 시간미분한 뒤 $t=2$를 대입해 $20V$를 얻는다.

오답 포인트

이 문항의 함정은 Φ_m의 값과 $\frac{d\Phi_m}{dt}$의 값을 혼동하는 데 있다. $t=2$를 식에 바로 대입하면 $26Wb$가 나오지만, 그것은 자기선속이지 유도기전력이 아니다.

다시 나오면 이렇게 판단

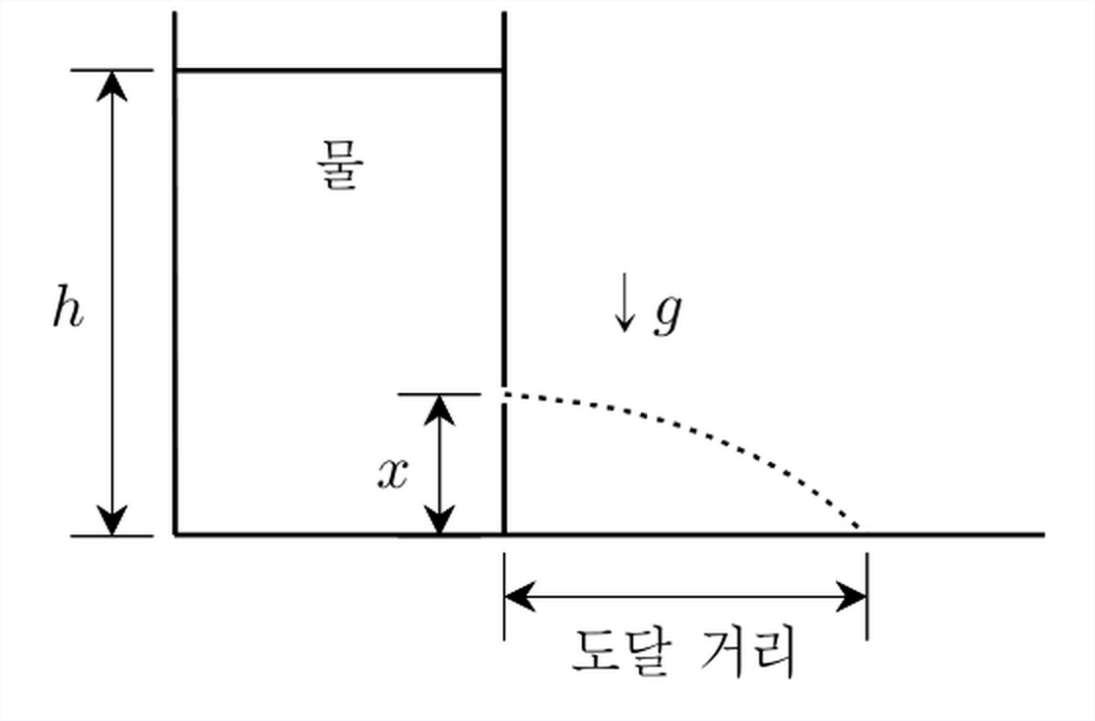
자기선속이 $\Phi(t)$ 꼴로 주어지면 먼저 패러데이 법칙을 떠올리고, 자기선속을 시간에 대해 미분한 뒤 해당 시각을 대입해 단위를 V로 확인하는 순서로 판단한다.

암기 포인트

유도기전력은 자기선속의 값이 아니라 변화율이다. $\Phi(t)$가 보이면 먼저 $\frac{d\Phi}{dt}$를 계산한다.

NoteBase

문 8. 그림은 물이 높이 h만큼 채워진 수조의 옆면에 바닥으로부터 높이 x인 지점에 작은 구멍을 낸 후 물의 수평 방향 도달 거리를 측정하는 것을 나타낸 것이다. 작은 구멍의 높이가 $x = \frac{h}{4}$일 때 물의 수평 방향 최대 도달 거리가 1m라면, 작은 구멍의 높이가 $x = \frac{h}{2}$일 때 물의 수평 방향 최대 도달 거리 [m]는? (단, 공기 저항과 수조 면의 두께는 무시하고, 중력 가속도는 $g = 10\text{m/s}^2$이다.)



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

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 토리첼리의 유출 속도와 포물선 운동의 낙하 시간을 결합하여 수평 도달거리 R를 구하는 문제이다.

조건 정리

물의 높이는 h이고, 구멍은 바닥에서 x 높이에 있다.
구멍에서 나오는 물의 속도는 수면 아래 깊이 $h - x$에 의해 정해진다.
주어진 조건은 $x = \frac{h}{4}$일 때 수평 도달거리가 1이라는 점이고, 구할 값은 $x = \frac{h}{2}$일 때의 수평 도달거리이다.

NoteBase

사용할 공식

유출 속도는 $v=\sqrt{2g(h-x)}$이고, 구멍에서 바닥까지 떨어지는 시간은 $t=\sqrt{\frac{2x}{g}}$이다.
따라서 수평 도달거리는 $R=vt=2\sqrt{x(h-x)}$이다.
이 공식을 쓰는 이유는 물이 수평으로 분출된 뒤 중력만 받아 포물선 운동을 하고, 분출 속도는 구멍 위 물기둥의 높이 $h-x$로 결정되기 때문이다.

계산 과정

먼저 $x=\frac{h}{4}$를 대입하면
$R=2\sqrt{\frac{h}{4}\left(h-\frac{h}{4}\right)}=2\sqrt{\frac{h}{4}\cdot\frac{3h}{4}}=\frac{\sqrt{3}}{2}h$
주어진 조건에서 $R=1$이므로
$\frac{\sqrt{3}}{2}h=1\Rightarrow h=\frac{2}{\sqrt{3}}=\frac{2\sqrt{3}}{3}$
이제 $x=\frac{h}{2}$를 대입하면
$R=2\sqrt{\frac{h}{2}\left(h-\frac{h}{2}\right)}=2\sqrt{\frac{h}{2}\cdot\frac{h}{2}}=h$
따라서 구하는 수평 도달거리는
$R=h=\frac{2\sqrt{3}}{3}$
이다.

선지별 해설

1번: X. 계산 결과는 $\frac{2\sqrt{3}}{3}$이므로 2와 다르다. 틀린 표현은 도달거리가 2라는 점이다. 올바르게는 $x=\frac{h}{2}$일 때 도달거리는 h이고, 앞 조건으로부터 $h=\frac{2\sqrt{3}}{3}$이다.
2번: X. 계산 결과는 $\frac{2\sqrt{3}}{3}$이므로 $\sqrt{3}$이 아니다. 틀린 표현은 $h=\sqrt{3}$처럼 처리한 점이다. 올바르게는 $x=\frac{h}{4}$에서 도달거리 1을 이용하면 $h=\frac{2}{\sqrt{3}}$가 된다.
3번: X. 계산 결과는 $\frac{2\sqrt{3}}{3}$이므로 $\frac{3}{2}$가 아니다. 틀린 표현은 도달거리가 x에 비례한다고 본 점이다. 올바르게는 도달거리가 $R=2\sqrt{x(h-x)}$로 주어져 x에 선형 비례하지 않는다.
4번: O. $x=\frac{h}{2}$이면 $R=h$가 되고, 앞에서 구한 $h=\frac{2\sqrt{3}}{3}$을 대입하면 정확히 $\frac{2\sqrt{3}}{3}$이 된다.

오답 포인트

유출 속도를 h 전체로 잡거나, 낙하 시간을 수면부터 떨어지는 시간으로 착각하면 식이 틀어진다. 또 $R=2\sqrt{x(h-x)}$를 세운 뒤에도 x와 R의 관계를 단순 비례로 오해하면 2번이나 3번 같은 오답으로 흐르기 쉽다.

다시 나오면 이렇게 판단

수조 구멍 문제는 먼저 유출 속도를 수면과 구멍의 높이 차 $h-x$로 잡고, 다음에 낙하 시간을 구멍과 바닥의 높이 차 x로 잡는다. 마지막에 $R=vt$로 묶으면 같은 유형을 바로 정리할 수 있다.

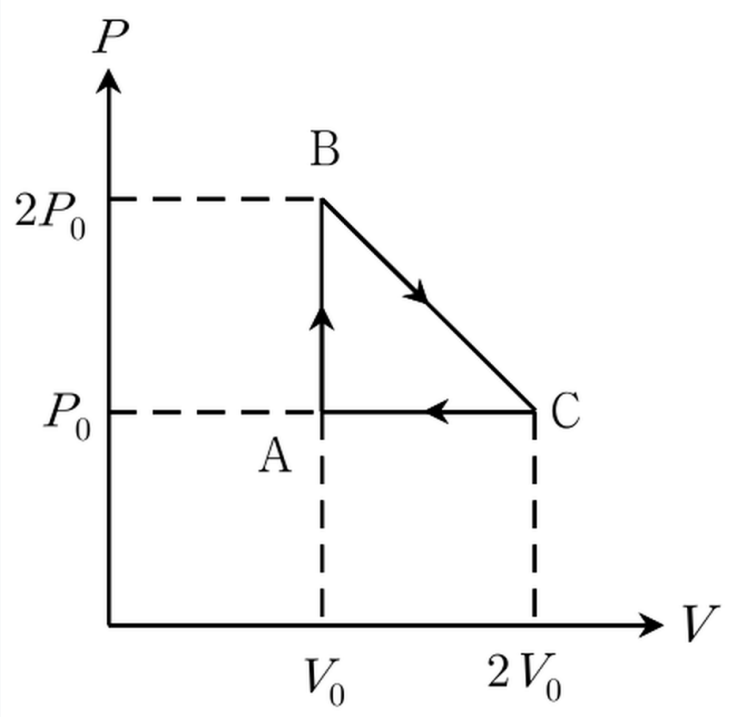
NoteBase

암기 포인트

수조 옆면 구멍의 수평 도달거리는 $R = 2\sqrt{x(h-x)}$이고, $x = \frac{h}{2}$일 때 $R = h$가 된다.

NoteBase

문 9. 그림은 일정량의 단원자 분자 이상기체가 A→B→C→A의 순서로 순환하는 과정에서 기체의 압력과 부피 사이의 관계를 나타낸 것이다. C→A 과정에서 기체의 내부 에너지 변화는?



① $\frac{3}{2}P_0V_0$

② P_0V_0

③ $-P_0V_0$

④ $-\frac{3}{2}P_0V_0$

정답 4번

출제 포인트

단원자 이상기체의 내부 에너지가 온도만의 함수이며 $U=\frac{3}{2}nRT=\frac{3}{2}PV$라는 점을 이용해 $C\rightarrow A$에서의 내부 에너지 변화량을 구하는 문제이다.

NoteBase

조건 정리

주어진 상태:
A는 (P_0, V_0), C는 $(P_0, 2V_0)$이다.

구해야 할 값:
$C \to A$에서의 내부 에너지 변화 $\Delta U = U_A - U_C$이다.

주의할 조건:
단원자 이상기체이므로 $U = \frac{3}{2}nRT$이다.
내부 에너지는 경로가 아니라 상태만으로 정해진다.

사용할 공식

$U = \frac{3}{2}nRT = \frac{3}{2}PV, \quad \Delta U = \frac{3}{2}(P_f V_f - P_i V_i)$
이 공식을 쓰는 이유:
이상기체에서는 $PV = nRT$이고, 단원자 분자의 내부 에너지는 온도에만 비례하므로 처음 상태와 나중 상태의 PV만 비교하면 된다.

계산 과정

1. C 상태에서 $P_C V_C = P_0 \cdot 2V_0 = 2P_0V_0$이므로
$U_C = \frac{3}{2}P_C V_C = \frac{3}{2} \cdot 2P_0V_0 = 3P_0V_0$
2. A 상태에서 $P_A V_A = P_0V_0$이므로
$U_A = \frac{3}{2}P_A V_A = \frac{3}{2}P_0V_0$
3. 따라서
$\Delta U_{C \to A} = U_A - U_C = \frac{3}{2}P_0V_0 - 3P_0V_0 = -\frac{3}{2}P_0V_0$

NoteBase

선지별 해설

① X
$\frac{3}{2}P_0V_0$는 부호를 반대로 본 값이다. $C \to A$에서는 PV가 $2P_0V_0$에서 P_0V_0로 줄어드므로 내부 에너지는 감소한다.
틀린 표현 → 올바르게는 $-\frac{3}{2}P_0V_0$이다.

② X
P_0V_0는 단원자 기체의 $\frac{3}{2}$ 계수를 빠뜨린 값이다.
틀린 표현 → 올바르게는 $\Delta U = \frac{3}{2}\Delta(PV)$이므로 $-\frac{3}{2}P_0V_0$이다.

③ X
$-P_0V_0$는 감소 방향은 맞지만 크기가 틀리다. 단원자 이상기체의 내부 에너지는 $U = PV$가 아니라 $U = \frac{3}{2}PV$이다.
틀린 표현 → 올바르게는 $-\frac{3}{2}P_0V_0$이다.

④ O
$C(2V_0, P_0)$와 $A(V_0, P_0)$의 상태만 비교하면
$\Delta U = \frac{3}{2}(P_0V_0 - 2P_0V_0) = -\frac{3}{2}P_0V_0$
가 되므로 옳다.

오답 포인트

내부 에너지 변화를 묻는데도 경로 $C \to A$의 모양이나 면적을 먼저 보면서 일을 구하는 문제로 착각하기 쉽다. 그러나 ΔU는 상태함수이므로 A와 C의 상태만 비교하면 된다. 또 단원자 조건의 $\frac{3}{2}$ 계수를 빠뜨리면 ②나 ③처럼 틀린다.

다시 나오면 이렇게 판단

이상기체의 내부 에너지 변화를 묻는 문제는 먼저 상태함수인지 확인한 뒤, 단원자이면 $U = \frac{3}{2}PV$를 써서 처음 상태와 끝 상태의 PV만 계산하면 된다. 경로의 기울기나 면적은 일 W와 관련되고 ΔU와는 직접 관련되지 않는다.

암기 포인트

단원자 이상기체는 $U = \frac{3}{2}PV$이고, 내부 에너지 변화는 경로가 아니라 상태로 결정된다.

NoteBase

문 10. 마찰이 없는 수평면 위에 정지해 있는 물체에 일정한 힘을 가하여 물체의 속력이 $4m/s$가 되었다. 이때 물체의 속력이 $1m/s$에서 $2m/s$로 변할 때까지 일정한 힘이 물체에 해준 일을 W_1, $3m/s$에서 $4m/s$로 변할 때까지 일정한 힘이 물체에 해준 일을 W_2라 할 때, $W_1 : W_2$는? (단, 물체의 크기는 무시한다)

① 1 : 1

② 2 : 1

③ 3 : 7

④ 3 : 10

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 마찰이 없는 운동에서 일정한 힘이 한 일은 속력의 증가량이 아니라 운동에너지 변화량으로 정해진다는 점을 묻는다.

조건 정리

주어진 값: $v = 1m/s$에서 $2m/s$까지의 일은 W_1, $v = 3m/s$에서 $4m/s$까지의 일은 W_2이다.
구해야 할 값: $W_1 : W_2$이다.
주의할 조건: 마찰이 없으므로 힘이 한 일은 그대로 운동에너지 증가량과 같고, 물체의 질량은 비에서 소거된다.

사용할 공식

일-운동에너지 정리 $W = \Delta K = \frac{1}{2}m(v_f^2 - v_i^2)$를 사용한다.
이 공식을 쓰는 이유: 마찰이 없는 수평면에서는 일정한 힘이 한 순일이 곧 운동에너지의 변화량이기 때문이다.

계산 과정

$W_1 = \frac{1}{2}m(2^2 - 1^2) = \frac{1}{2}m(4 - 1) = \frac{3}{2}m$
$W_2 = \frac{1}{2}m(4^2 - 3^2) = \frac{1}{2}m(16 - 9) = \frac{7}{2}m$
따라서
$W_1 : W_2 = \frac{3}{2}m : \frac{7}{2}m = 3 : 7$
이므로 정답은 3번이다.

NoteBase

선지별 해설

1번 X: 1 : 1은 속력이 각각 $1m/s$씩 증가했으니 한 일도 같다고 본 경우이다. 일은 속력 증가량이 아니라 v^2의 변화량에 비례하므로 틀린 표현이다. 올바르게는 $W_1 : W_2 = 3 : 7$이다.
2번 X: 2 : 1은 빠른 구간일수록 같은 시간에 더 많이 간다는 직관을 그대로 비에 옮긴 경우이다. 이 문제는 시간이나 이동거리가 아니라 운동에너지 변화량을 비교해야 하므로 틀린 표현이다. 올바르게는 $W_1 : W_2 = 3 : 7$이다.
3번 O: $W_1 = \frac{3}{2}m$, $W_2 = \frac{7}{2}m$이므로 비는 3 : 7이 된다. 일-운동에너지 정리를 정확히 적용한 값이다.
4번 X: 3 : 10은 $2^2 = 4$, $4^2 = 16$만 보고 처음 속도의 제곱 1^2, 3^2를 빼지 않은 경우에 가까운 오답이다. 이 문제는 각 구간의 변화량 $4 - 1$, $16 - 9$를 비교해야 하므로 틀린 표현이다. 올바르게는 $W_1 : W_2 = 3 : 7$이다.

오답 포인트

속력이 각각 $1m/s$씩 늘었으니 일이 같다고 보는 착각이 대표적인 함정이다. 일은 속력 자체나 속력 증가량이 아니라 v^2의 변화량으로 판단해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

속도 구간별로 한 일을 비교하는 문제는 먼저 일-운동에너지 정리로 바꾸고, 각 구간에서 $v_f^2 - v_i^2$만 계산해 비를 잡으면 된다. 질량이 공통이면 마지막에 소거된다.

암기 포인트

일의 크기는 속력 증가량이 아니라 v^2 변화량에 비례한다.

NoteBase

문 11. A가 타고 있는 우주선이 일정한 속도 $v = 0.6c$로 지구로부터 멀어지고 있다. A가 측정한 여행 시간이 우주선 내부의 시계로 20년이라면, 지구에 있는 B가 지구의 시계로 측정한 여행 시간은? (단, 빛의 속도 $c = 3 \times 10^8 \text{m/s}$이다)

① 15년

② 20년

③ 22년

④ 25년

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 특수상대성이론의 시간 지연 공식을 이용해 우주선 내부의 고유시간과 지구에서 본 경과시간을 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 우주선의 속도는 $v = 0.6c$이다.
A가 우주선 시계로 측정한 시간은 20년이다.
구해야 할 값: B가 지구 시계로 측정한 여행 시간이다.
주의할 조건: 우주선 안의 20년은 움직이는 A와 함께 있는 시계가 잰 고유시간이다.

사용할 공식

시간 지연 공식은 $t = \gamma\tau$, $\gamma = \frac{1}{\sqrt{1 - v^2/c^2}}$이다.
이 공식을 쓰는 이유: 문제에서 우주선 내부 시계가 잰 고유시간 τ가 주어졌고, 지구 정지계에서 본 시간 t를 묻고 있기 때문이다.

계산 과정

1. 로런츠 인자를 구하면 $\gamma = \frac{1}{\sqrt{1 - (0.6)^2}} = \frac{1}{\sqrt{0.64}} = \frac{1}{0.8} = 1.25$이다.
2. 지구에서 본 시간은 $t = \gamma\tau = 1.25 \times 20$년이다.
3. 따라서 $t = 25$년이다.

NoteBase

선지 판단

1번: X. 15년은 고유시간보다 더 짧아진 값인데, 시간 지연에서는 움직이는 시계가 더 느리게 가므로 지구에서 본 시간은 20년보다 길어져야 한다. 틀린 표현은 '지구 시간이 더 짧다'는 판단이고, 올바르게는 '지구 시간이 더 길다'이다.
2번: X. 20년은 A가 우주선 안에서 직접 잰 고유시간일 뿐 지구 시계의 시간과 같지 않다. 틀린 표현은 '두 관측자가 같은 시간을 잰다'는 판단이고, 올바르게는 '지구에서는 γ배 더 긴 시간이 지난다'이다.
3번: X. 22년은 로런츠 인자를 잘못 계산했을 때 나오는 오답이다. 틀린 표현은 '시간 지연 계수를 대략 1.1로 본다'는 계산이고, 올바르게는 '$\gamma = 1.25$를 정확히 써서 25년을 구한다'이다.
4번: O. $\gamma = 1.25$이므로 지구 시계로 본 시간은 $1.25 \times 20 = 25$년이다. 고유시간보다 정지계에서 본 시간이 더 길다는 시간 지연과도 일치한다.

오답 포인트

우주선 내부 시간이 주어졌을 때 이를 바로 지구 시간과 같게 두거나, 시간 지연 방향을 반대로 적용하면 틀린다. 이 문항은 '누가 잰 시간이 고유시간인가'를 놓치면 20년이나 그보다 더 작은 값을 고르게 되는 함정이 있다.

다시 나오면 이렇게 판단

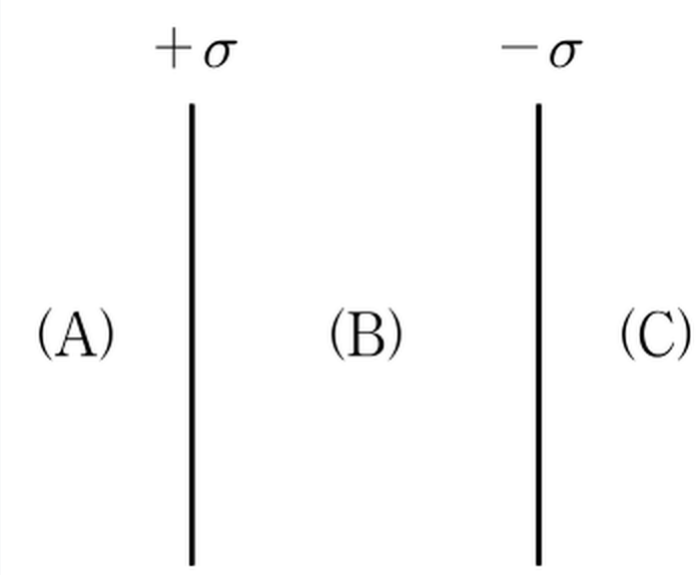
상대론 시간 문제는 먼저 주어진 시간이 고유시간인지 정지계 시간인지 구분한 뒤, 고유시간이면 $t = \gamma\tau$, 정지계 시간이면 $\tau = t/\gamma$로 연결해 판단한다.

암기 포인트

움직이는 시계가 느리게 간다는 말은 고유시간이 더 짧고, 정지계에서 본 경과시간은 γ배 더 길어진다는 뜻이다.

NoteBase

문 12. 그림은 진공 중에 위치한 두 개의 무한한 도체 평행판에 전하가 각각 $+\sigma$와 $-\sigma$의 전하 밀도로 고르게 대전되어 있는 것을 나타낸 것이다. (A), (B), (C) 각 영역의 전기장 크기는? (단, 진공의 유전율은 ε_0이다)



① (A): 0, (B): $\frac{\sigma}{\varepsilon_0}$, (C): 0

② (A): 0, (B): $\frac{\sigma}{2\varepsilon_0}$, (C): 0

③ (A): $\frac{\sigma}{2\varepsilon_0}$, (B): $\frac{\sigma}{\varepsilon_0}$, (C): $\frac{\sigma}{2\varepsilon_0}$

④ (A): $\frac{\sigma}{\varepsilon_0}$, (B): $\frac{2\sigma}{\varepsilon_0}$, (C): $\frac{\sigma}{\varepsilon_0}$

정답 1번

출제 포인트

이 문제는 $+\sigma$, $-\sigma$로 대전된 두 무한 평행판에서 각 판이 만드는 전기장 $\sigma/(2\varepsilon_0)$를 방향까지 따져 중첩할 수 있는지를 묻는다.

NoteBase

선지별 해설

1번 O: (A)에서는 +판이 왼쪽으로, -판이 오른쪽으로 각각 $\sigma/(2\varepsilon_0)$의 전기장을 만들어 서로 상쇄되므로 0이다. (B)에서는 +판의 오른쪽 방향 전기장과 -판의 왼쪽을 향하는 전기장이 모두 판 사이에서는 오른쪽 방향으로 작용하므로 합이 σ/ε_0이다. (C)에서는 +판의 오른쪽 방향 전기장과 -판의 왼쪽 방향 전기장이 다시 상쇄되어 0이다.
2번 X: 틀린 부분은 (B)를 $\sigma/(2\varepsilon_0)$로 본 점이다. 판 사이에서는 두 판이 만드는 전기장이 같은 방향으로 더해지므로 올바르게는 (B)가 σ/ε_0이다.
3번 X: 틀린 부분은 (A), (C)를 각각 $\sigma/(2\varepsilon_0)$로 본 점이다. 바깥 영역에서는 두 판의 전기장이 서로 반대 방향이라 상쇄되므로 올바르게는 (A)=0, (C)=0이다.
4번 X: 틀린 부분은 각 판이 만드는 전기장을 한 장당 σ/ε_0로 본 점이다. 무한 평면 한 장이 만드는 전기장 크기는 양쪽에서 $\sigma/(2\varepsilon_0)$이므로 올바르게는 (A)=0, (B)=σ/ε_0, (C)=0이다.

오답 포인트

무한 평면 한 장의 전기장 크기를 처음부터 σ/ε_0로 외우거나, 판 사이와 판 바깥에서 전기장 방향이 어떻게 달라지는지 놓치면 ②나 ④처럼 고르기 쉽다.

다시 나오면 이렇게 판단

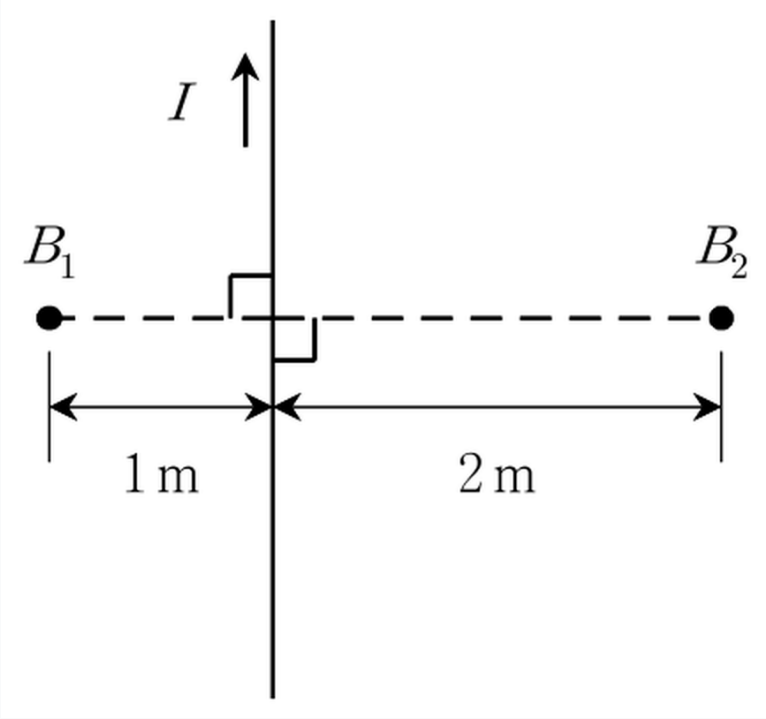
각 판이 단독으로 만드는 전기장 크기 $\sigma/(2\varepsilon_0)$를 먼저 적고, +판은 바깥으로, -판은 안쪽으로 향한다는 방향을 각 영역마다 표시한 뒤 벡터합을 구하면 된다.

암기 포인트

서로 반대 부호의 무한 평행판에서는 바깥은 상쇄되어 0, 사이는 더해져 σ/ε_0이다.

NoteBase

문 13. 그림은 무한히 긴 직선 도선에 일정한 전류 I가 흐르고 있는 것을 나타낸 것이다. 도선으로부터 거리가 $1m$ 떨어진 곳의 자기장 세기를 B_1, 거리가 $2m$ 떨어진 곳의 자기장 세기를 B_2라고 할 때, $B_1 : B_2$는?



① 4 : 1

② 2 : 1

③ 1 : 2

④ 1 : 4

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 무한히 긴 직선 도선 주위의 자기장이 도선으로부터의 거리 r에 반비례한다는 관계를 이용해 $B_1 : B_2$를 구하는 문제이다.

NoteBase

조건 정리

주어진 값:
- B_1: 도선에서 $1m$ 떨어진 점의 자기장 세기이다.
- B_2: 도선에서 $2m$ 떨어진 점의 자기장 세기이다.

구해야 할 값:
- $B_1 : B_2$이다.

주의할 조건:
- 자기장의 방향이 아니라 세기의 비를 묻는다.
- 무한 직선 도선의 자기장 세기는 거리의 제곱이 아니라 거리에 반비례한다.

사용할 공식

무한히 긴 직선 도선에서 거리 r 떨어진 점의 자기장 세기는
$B = \frac{\mu_0 I}{2\pi r}$
이다.
이 공식을 쓰는 이유는 그림이 무한히 긴 직선 도선에 일정한 전류 I가 흐르는 상황을 직접 제시하고 있기 때문이다. 전류 I가 같으면 자기장 세기 B는 r에만 반비례한다.

계산 과정

1. 같은 도선에서 같은 전류가 흐르므로 $B \propto \frac{1}{r}$로 본다.
2. 따라서
$B_1 : B_2 = \frac{1}{1} : \frac{1}{2}$
이다.
3. 비를 정리하면
$B_1 : B_2 = 2 : 1$
이다.

NoteBase

선지별 해설

① X
- 계산 결과는 2 : 1이므로 4 : 1은 맞지 않는다.
- 틀린 표현은 "4:1"이다. 올바르게는 "2:1"이다.
- 이 값은 자기장이 거리의 제곱에 반비례한다고 잘못 적용할 때 떠올리기 쉬운 오답이다.

② O
- 무한 직선 도선의 자기장은 $B \propto \frac{1}{r}$이므로 $1m$와 $2m$에서의 세기비는 2 : 1이다.
- 따라서 2번은 옳다.

③ X
- 계산 결과는 2 : 1이므로 1 : 2는 맞지 않는다.
- 틀린 표현은 "1:2"이다. 올바르게는 "2:1"이다.
- 이 값은 자기장이 거리에 비례한다고 방향을 거꾸로 잡았을 때 나오는 오답이다.

④ X
- 계산 결과는 2 : 1이므로 1 : 4는 맞지 않는다.
- 틀린 표현은 "1:4"이다. 올바르게는 "2:1"이다.
- 이 값도 거리의 제곱 반비례 법칙을 잘못 가져오거나 비를 뒤집어 계산할 때 나오는 오답이다.

오답 포인트

③의 "1:2"처럼 반비례를 정비례로 바꾸어 읽거나, ①과 ④처럼 거리 제곱 반비례 공식을 다른 장 개념과 섞는 실수가 자주 나온다. 이 문항은 자기장의 방향 판단이 아니라 세기의 비만 묻는다는 점도 함께 놓치기 쉽다.

다시 나오면 이렇게 판단

무한 직선 도선이 보이면 먼저 $B = \frac{\mu_0 I}{2\pi r}$를 떠올리고, 같은 전류라면 $B \propto \frac{1}{r}$만 남겨 거리비를 즉시 자기장비로 바꾼다. 반비례이므로 거리가 두 배이면 세기는 절반이 된다고 판단한다.

암기 포인트

무한 직선 도선의 자기장은 $B \propto \frac{1}{r}$이며, 거리 두 배이면 자기장 세기는 절반이다.

NoteBase

문 14. 등가속도 직선 운동을 하는 물체의 위치를 시간에 따라 측정한 결과 $t = 1, 2, 3$초인 순간 물체의 위치는 각각 $x = -2, -5, -12m$이었다. $t = 0$초였을 때 이 물체의 위치 $[m]$는?

① -3

② -1

③ 1

④ 3

정답 1번

출제 포인트

이 문제는 등가속도 직선 운동에서 위치 x가 시간 t의 이차함수라는 점을 이용해 초기 위치를 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: $t = 1s$일 때 $x = -2m$, $t = 2s$일 때 $x = -5m$, $t = 3s$일 때 $x = -12m$이다.
구해야 할 값: $t = 0s$일 때 위치이다.
주의할 조건: 등가속도 운동이므로 위치는 시간에 대한 일차함수가 아니라 이차함수이다.

사용할 공식

등가속도 직선 운동의 위치식은 $x = x_0 + v_0t + \frac{1}{2}at^2$이다.
이 공식을 쓰는 이유: 가속도가 일정하면 속도는 시간에 따라 일정하게 변하고, 위치는 시간에 대한 이차식으로 표현되기 때문이다.

계산 과정

주어진 세 점을 만족하는 위치식을 $x = x_0 + v_0t + \frac{1}{2}at^2$로 둔다.
$t = 1, 2, 3$을 대입하면
$-2 = x_0 + v_0 + \frac{1}{2}a$
$-5 = x_0 + 2v_0 + 2a$
$-12 = x_0 + 3v_0 + \frac{9}{2}a$
이다.
첫째 식과 둘째 식의 차는 $-3 = v_0 + \frac{3}{2}a$이고, 둘째 식과 셋째 식의 차는 $-7 = v_0 + \frac{5}{2}a$이다.
두 식을 빼면 $-4 = a$이므로 $a = -4m/s^2$이다.
이를 $-3 = v_0 + \frac{3}{2}a$에 대입하면 $v_0 = 3m/s$이다.
마지막으로 $-2 = x_0 + 3 - 2$이므로 $x_0 = -3m$이다.
따라서 $t = 0s$에서의 위치는 $-3m$이다.

NoteBase

선지별 해설

① O: 계산 결과 $x_0 = -3m$이므로 맞는 선지이다.
② X: 계산 결과와 다르게 $-1m$라고 본 선지이다. 틀린 표현은 '초기 위치가 $-1m$이다'이다. 올바르게는 '초기 위치는 $-3m$이다'이다. 이 값은 연속한 위치 변화량을 일정하다고 보고 등속도처럼 처리하면 나오기 쉬운 오답이다.
③ X: 계산 결과와 다르게 $1m$라고 본 선지이다. 틀린 표현은 '초기 위치가 $1m$이다'이다. 올바르게는 '초기 위치는 $-3m$이다'이다. 부호를 잘못 두거나 가속도항을 빼먹으면 이런 값이 나올 수 있다.
④ X: 계산 결과와 다르게 $3m$라고 본 선지이다. 틀린 표현은 '초기 위치가 $3m$이다'이다. 올바르게는 '초기 위치는 $-3m$이다'이다. $v_0 = 3m/s$를 초기 위치와 혼동하면 생기는 오답이다.

오답 포인트

등가속도 운동인데도 위치 변화를 매초 일정하다고 보고 등속도 운동처럼 거꾸로 계산하면 오답이 된다. 또 v_0와 x_0를 혼동하거나 가속도항의 부호를 잘못 처리하면 ③, ④ 같은 값으로 흐르기 쉽다.

다시 나오면 이렇게 판단

등가속도에서 여러 시각의 위치가 주어지면 먼저 위치식을 $x = x_0 + v_0t + \frac{1}{2}at^2$로 둔 뒤, 각 시각을 대입해 연립방정식으로 a, v_0, x_0를 차례로 구하면 된다.

암기 포인트

등가속도 운동에서 위치는 시간의 이차식이고, 초기 위치 x_0는 $t = 0$일 때의 상수항이다.

NoteBase

문 15. 비저항과 부피가 같은 원기둥 모양의 구리 도선 A, B의 길이비가 2:3일 때, 두 도선의 저항은 각각 R_A, R_B이다. $R_A : R_B$는?

① 1:1

② 2:1

③ 2:3

④ 4:9

정답 4번

출제 포인트

같은 비저항과 같은 부피를 가지는 원기둥 도선에서 저항이 길이의 제곱에 비례한다는 관계를 묻는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 두 도선은 같은 구리이므로 비저항 ρ가 같다. 두 도선의 부피 V도 같다. 길이비는 $L_A : L_B = 2 : 3$이다.
구해야 할 값: $R_A : R_B$이다.
주의할 조건: 부피가 같으므로 단면적은 같지 않고 길이에 반비례한다.

사용할 공식

원기둥 도선의 저항은 $R = \rho\frac{L}{A}$, 부피는 $V = AL$이다.
이 문제에서는 V가 일정하므로 $A = \frac{V}{L}$이고, 따라서 $R = \rho\frac{L}{V/L} = \rho\frac{L^2}{V}$가 된다. 즉 같은 재질, 같은 부피인 도선의 저항은 길이의 제곱에 비례한다.

계산 과정

1. 부피 조건에서 $A = \frac{V}{L}$를 쓴다.
2. 저항식에 대입하면 $R = \rho\frac{L^2}{V}$가 된다.
3. 따라서 $R_A : R_B = L_A^2 : L_B^2 = 2^2 : 3^2 = 4 : 9$이다.

선지별 해설

① X: 1 : 1은 두 도선의 저항이 같다고 본 값이다. 같은 부피이면 길이가 긴 도선은 단면적이 더 작아져 저항이 더 커진다. 올바르게는 $R_A : R_B = 4 : 9$이다.
② X: 2 : 1은 부피 일정 조건을 반대로 처리한 값이다. B가 더 길므로 저항은 B가 더 커야 하며 올바르게는 4 : 9이다.
③ X: 2 : 3은 단면적이 같다고 보고 $R \propto L$만 적용한 값이다. 이 문제는 부피가 같아서 A가 달라지므로 $R \propto L^2$를 써야 한다. 올바르게는 4 : 9이다.
④ O: 같은 비저항, 같은 부피 조건에서는 $R \propto L^2$이므로 $R_A : R_B = 2^2 : 3^2 = 4 : 9$가 된다.

NoteBase

오답 포인트

가장 흔한 함정은 같은 부피를 같은 단면적으로 오해하는 점이다. 이 오해를 하면 $R \propto L$로 처리하여 ③을 고르게 된다. 부피가 일정하면 길이가 길수록 단면적이 작아진다는 관계를 먼저 반영해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

원기둥 도선 문제에서 같은 재질, 같은 부피 조건이 보이면 먼저 $V = AL$로 단면적이 길이에 반비례함을 확인한다. 그다음 $R = \rho\frac{L}{A}$에 대입해 $R \propto L^2$로 정리하면 빠르게 판단할 수 있다.

암기 포인트

같은 재질, 같은 부피의 원기둥 도선은 $R \propto L^2$이다.

NoteBase

문 16. $20m$ **높이의 건물 옥상에서 진동수가** $500Hz$**인 소리를 내고 있는 알람 시계를 초기 속도 없이 자유낙하시켰다. 이 알람 시계가 지면에 도달하는 순간, 옥상에 있는 수신기 A와 지면에 있는 수신기 B에 측정된 알람 시계의 진동수 차이에 가장 가까운 값은? (단, 수신기 A, B와 알람 시계는 일직선상에 있고, 공기 저항은 무시하며, 공기 중에서 소리 속력은** $340m/s$**로 일정하고, 중력 가속도는** $10m/s^2$**이다)**

① 30 Hz

② 45 Hz

③ 60 Hz

④ 75 Hz

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 자유낙하로 생긴 음원의 속도를 구한 뒤, 정지한 수신기와 이동하는 음원에 대한 도플러 효과를 적용해 두 수신기의 관측 진동수 차이를 계산하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 건물 높이 $20m$, 알람 시계의 고유 진동수 $500Hz$, 소리의 속력 $340m/s$, 중력가속도 $10m/s^2$이다.
구해야 할 값: 시계가 지면에 도달하는 순간 수신기 A와 B가 측정한 진동수의 차이이다.
주의할 조건: A와 B는 정지해 있고 알람 시계만 움직인다. A에서는 음원이 멀어지고, B에서는 음원이 다가온다.

사용할 공식

낙하 직전 속도는 $v_s = \sqrt{2gh}$이다.
정지한 수신기에서 들은 진동수는 음원이 멀어질 때 $f_A = f\frac{v}{v+v_s}$, 음원이 다가올 때 $f_B = f\frac{v}{v-v_s}$이다.
이 공식을 쓰는 이유: 수신기 A와 B는 정지해 있고 알람 시계만 운동하므로 이동 음원에 대한 도플러 공식을 적용해야 하기 때문이다.

계산 과정

1. 알람 시계의 낙하 직전 속도는 $v_s = \sqrt{2 \times 10 \times 20} = 20m/s$이다.
2. 옥상의 수신기 A에서는 음원이 멀어지므로 $f_A = 500 \times \frac{340}{340+20} = 500 \times \frac{340}{360} \approx 472.2Hz$이다.
3. 지면의 수신기 B에서는 음원이 다가오므로 $f_B = 500 \times \frac{340}{340-20} = 500 \times \frac{340}{320} = 531.25Hz$이다.
4. 따라서 진동수 차이는 $|f_B - f_A| = 531.25 - 472.2 \approx 59.0Hz$이다. 가장 가까운 값은 $60Hz$이다.

NoteBase

선지별 해설

① X: 30Hz는 두 수신기의 차이를 충분히 반영하지 못한 값이다. 틀린 값은 30Hz이고, 올바르게는 진동수 차이가 약 59Hz이므로 보기에서는 60Hz가 맞다.
② X: 45Hz는 자유낙하 속도를 실제보다 작게 두거나 도플러 변화를 덜 잡았을 때의 값에 가깝다. 틀린 값은 45Hz이고, 올바르게는 $v_s = 20 m/s$를 써서 약 59Hz를 구한다.
③ O: A에서는 음원이 멀어져 진동수가 감소하고, B에서는 음원이 다가와 진동수가 증가한다. 계산 결과 두 관측 진동수의 차이는 약 59Hz이므로 가장 가까운 값인 60Hz가 맞다.
④ X: 75Hz는 도플러 공식의 분모를 잘못 쓰거나 낙하 속도를 과대평가했을 때의 값에 가깝다. 틀린 값은 75Hz이고, 올바르게는 약 59Hz, 보기에서는 60Hz이다.

오답 포인트

A와 B 모두 같은 방향으로 도플러 변화를 겪는다고 착각하면 안 된다. A는 음원이 멀어지는 경우이고 B는 음원이 다가오는 경우이므로 분모의 부호가 반대로 들어간다. 또 자유낙하 직전 속도를 $v = gt$로 임의 계산하거나 $\sqrt{2gh}$를 잘못 계산하면 보기 45Hz나 75Hz 같은 오답으로 흐르기 쉽다.

다시 나오면 이렇게 판단

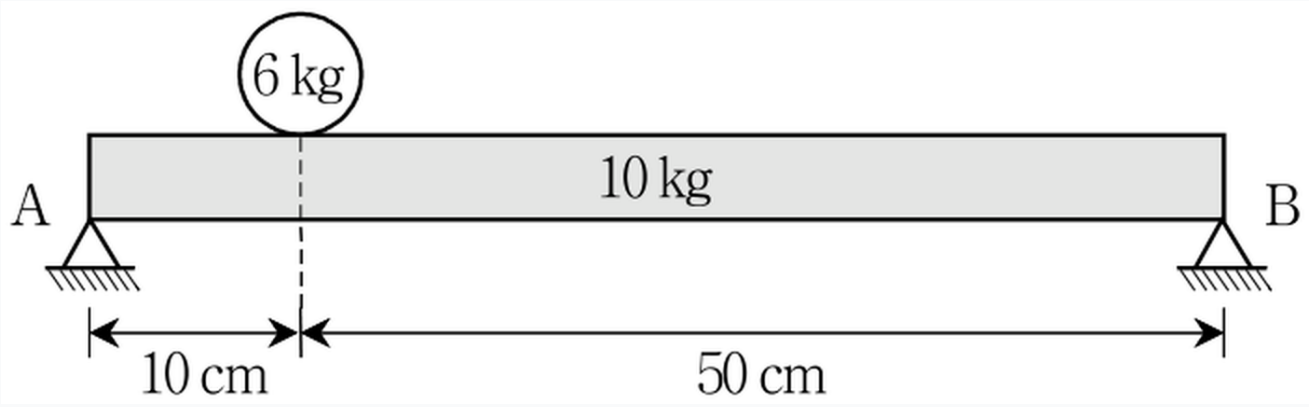
낙하하는 음원 문제는 먼저 $\sqrt{2gh}$로 그 순간의 속도를 구하고, 다음에 각 수신기에서 음원이 다가오는지 멀어지는지를 따져 도플러 공식의 분모 부호를 정한 뒤 마지막에 두 관측값의 차이를 계산하면 된다.

암기 포인트

정지 수신기-이동 음원 도플러 효과는 음원이 다가오면 $v - v_s$, 멀어지면 $v + v_s$가 분모에 들어간다.

NoteBase

문 17. 그림과 같이 길이가 60 cm이고 질량이 10 kg인 균일한 막대의 왼쪽 끝으로부터 10 cm 떨어진 지점에 질량이 6 kg인 구형 물체를 올려놓았다. 이 막대의 양쪽 끝을 두 받침점 A, B로 받쳐서 수평을 이루고 있을 때, 받침점 A와 받침점 B에 가해지는 힘의 크기는 각각 F_A, F_B이다. $F_A : F_B$는?



① 1:5

② 3:5

③ 5:1

④ 5:3

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 정지 평형에서 힘의 합과 모멘트 평형을 이용해 두 받침점의 반력 비를 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 막대의 길이는 $60cm$, 막대의 질량은 $10kg$, 구형 물체의 질량은 $6kg$이다.
구형 물체는 A에서 $10cm$ 지점에 있고, 균일한 막대의 무게중심은 A에서 $30cm$ 지점에 있다.
구해야 할 값: 받침점 반력의 비 $F_A : F_B$이다.

사용할 공식

정지 평형이므로 $F_A + F_B = (10 + 6)g = 16g$이다.
A점을 기준으로 모멘트 평형을 잡으면 $F_B \times 60 = (6g) \times 10 + (10g) \times 30$이다.
이 공식을 쓰는 이유는 막대가 수평으로 정지해 있으므로 알짜힘과 알짜모멘트가 모두 0이어야 하기 때문이다.

NoteBase

계산 과정

1. 전체 무게는 $16g$이므로 $F_A + F_B = 16g$이다.
2. A점을 기준으로 모멘트 평형을 쓰면 $F_B \times 60 = 6g \times 10 + 10g \times 30 = 360g$이다.
3. 따라서 $F_B = 6g$이다.
4. 그러면 $F_A = 16g - 6g = 10g$이다.
5. 따라서 $F_A : F_B = 10g : 6g = 5 : 3$이다.

선지별 해설

① X: 1 : 5이면 B의 반력이 A보다 훨씬 커야 한다는 뜻인데, 실제로는 $6kg$ 물체가 A 가까이에 있고 막대의 무게중심도 가운데에 있어 $F_A > F_B$가 된다. 틀린 표현은 반력의 크기 관계이며, 올바르게는 $F_A : F_B = 5 : 3$이다.
② X: 3 : 5는 정답 5 : 3을 거꾸로 쓴 비이다. 하중이 A 쪽에 더 치우쳐 있으므로 큰 반력은 A에서 나와야 한다. 틀린 표현은 큰 반력이 B에 있다고 본 점이며, 올바르게는 $F_A : F_B = 5 : 3$이다.
③ X: 5 : 1이면 F_B가 지나치게 작아 A점에 대한 모멘트 평형을 만족하지 못한다. 실제로는 $F_B \times 60 = 360g$이므로 $F_B = 6g$이어야 한다. 틀린 표현은 B의 반력을 너무 작게 잡은 점이며, 올바르게는 $F_A : F_B = 5 : 3$이다.
④ O: 모멘트 평형으로 $F_B = 6g$, 힘의 평형으로 $F_A = 10g$가 나오므로 $F_A : F_B = 10 : 6 = 5 : 3$이다.

오답 포인트

①과 ②는 반력의 크기 관계를 뒤집게 만드는 선택지이고, ③은 B의 반력을 과소평가하게 만드는 선택지이다. 이 문제의 핵심 함정은 전체 무게만 보고 막연히 반력을 나누거나, 모멘트 기준점을 잡지 않고 감으로 비를 정하는 데 있다.

다시 나오면 이렇게 판단

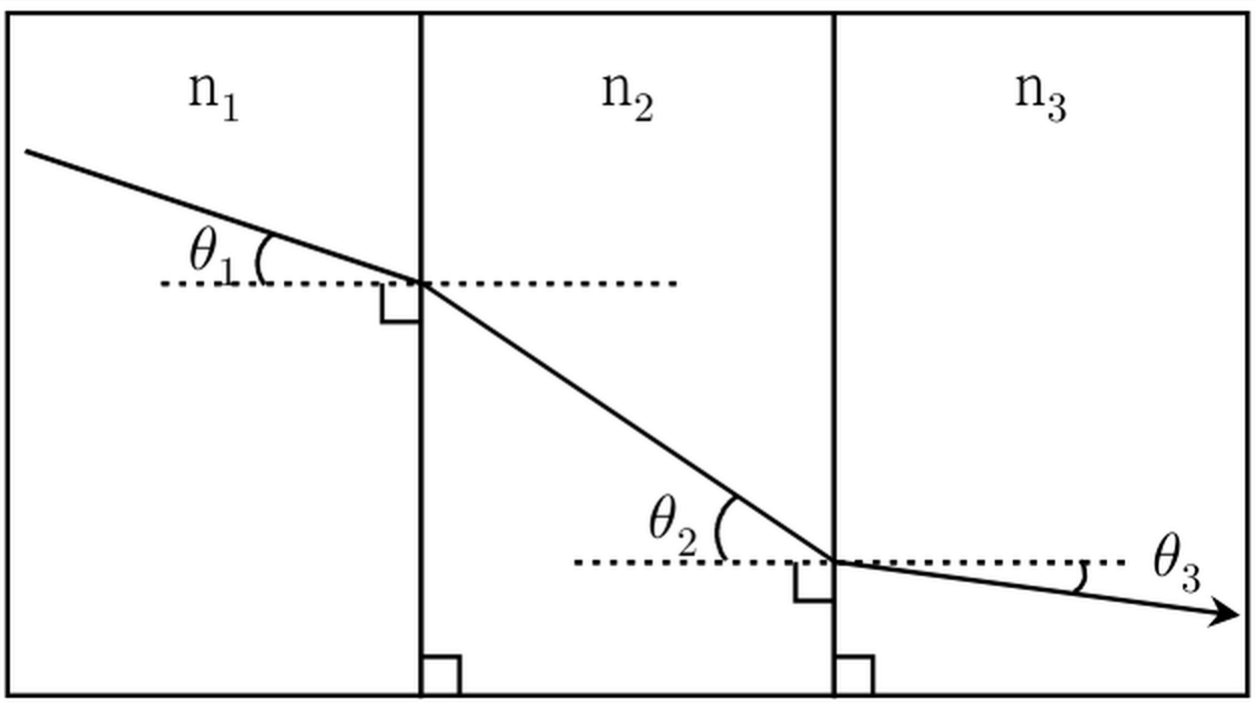
받침 반력 문제는 먼저 $F_A + F_B$로 전체 힘의 평형을 쓰고, 그다음 한쪽 받침점을 기준으로 모멘트를 잡아 다른 한쪽 반력을 먼저 구하면 된다. 모멘트식에서 기준점에 있는 반력은 사라진다는 점을 이용하면 계산이 가장 짧아진다.

암기 포인트

반력 비 문제는 $\sum F = 0$과 $\sum \tau = 0$ 두 식으로 끝나며, 하중에 가까운 받침점의 반력이 더 커진다.

NoteBase

문 18. 그림은 굴절률이 n_1, n_2, n_3로 서로 다른 3개의 평행한 매질을 통과하는 빛의 경로를 나타낸 것이다. $\theta_2 > \theta_1 > \theta_3$일 때, 이 매질들의 굴절률 크기를 비교한 것으로 옳은 것은?



① $n_3 > n_1 > n_2$

② $n_3 > n_2 > n_1$

③ $n_2 > n_1 > n_3$

④ $n_1 > n_2 > n_3$

정답 1번

출제 포인트

이 문제는 평행한 경계면을 지날 때 각 매질에서의 진행각이 법선에 대해 어떻게 달라지는지를 보고 굴절률의 대소관계를 판단하는 문제이다.

NoteBase

선지별 해설

① O
- 경계면들이 서로 평행이므로 각도는 모두 같은 법선 기준으로 비교할 수 있다.
- 스넬의 법칙에 따라 $n_1\sin\theta_1 = n_2\sin\theta_2 = n_3\sin\theta_3$이다.
- $\theta_2 > \theta_1 > \theta_3$이면 $\sin\theta_2 > \sin\theta_1 > \sin\theta_3$이므로 굴절률은 그 반대 순서인 $n_2 < n_1 < n_3$이다. 따라서 $n_3 > n_1 > n_2$가 옳다.

② X
- "$n_3 > n_2 > n_1$"가 틀렸다.
- n_3가 가장 큰 것은 맞지만, θ_2가 가장 크므로 n_2는 가장 작아야 한다.
- 올바르게는 $n_3 > n_1 > n_2$이다.

③ X
- "$n_2 > n_1 > n_3$"가 틀렸다.
- 가장 큰 각 θ_2에 대응하는 매질은 가장 작은 굴절률을 가져야 하므로 n_2가 가장 클 수 없다.
- 올바르게는 $n_3 > n_1 > n_2$이다.

④ X
- "$n_1 > n_2 > n_3$"가 틀렸다.
- θ_3가 가장 작으므로 n_3가 가장 커야 하는데, 이 선지는 n_3를 가장 작게 두고 있다.
- 올바르게는 $n_3 > n_1 > n_2$이다.

오답 포인트

빛이 법선 쪽으로 꺾이면 굴절률이 큰 매질로 들어간다는 감각만으로 풀면 중간 매질의 순서를 헷갈리기 쉽다. 이 문항은 각도와 굴절률의 관계가 반대라는 점, 그리고 각도를 모두 법선 기준으로 비교해야 한다는 점을 묻는다.

다시 나오면 이렇게 판단

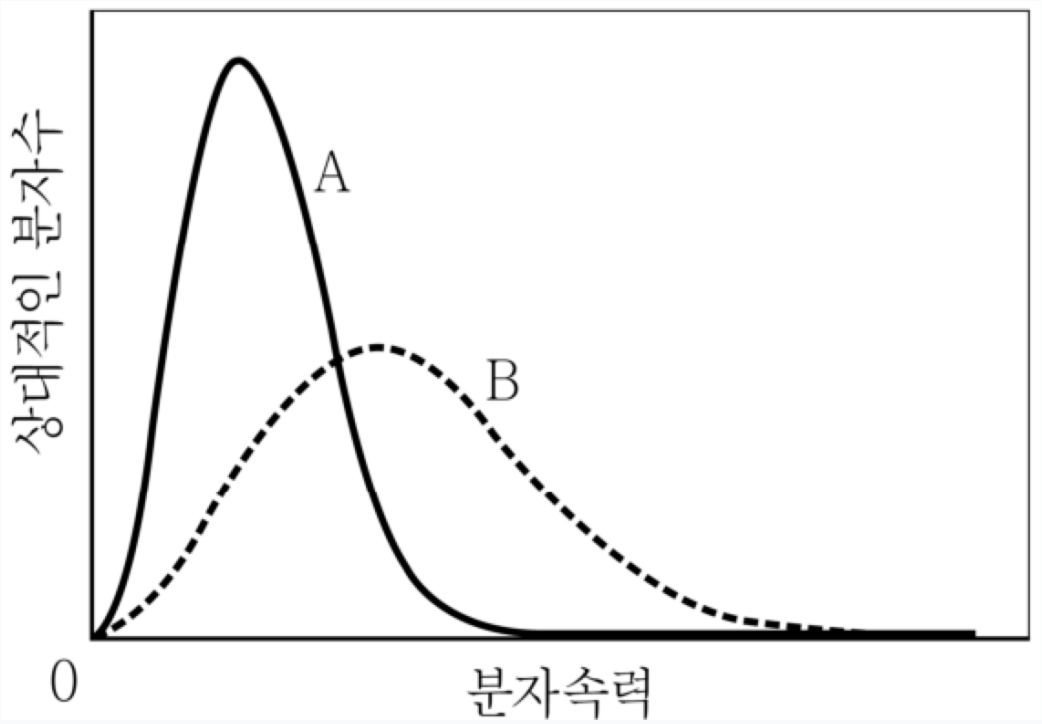
경계면이 평행하면 먼저 같은 법선 기준의 각도인지 확인한 뒤, 스넬의 법칙에서 $n\sin\theta$가 일정하므로 각이 클수록 굴절률이 작다고 바로 연결하면 된다.

암기 포인트

같은 법선 기준에서 진행각이 클수록 굴절률은 작다.

NoteBase

문 19. 그림은 밀폐된 강철 용기에 들어 있는 일정량의 단원자 분자 이상 기체가 상태 A에서 상태 B로 변하였을 때, 기체 분자의 속력 분포(맥스웰 속력 분포)를 각각 나타낸 것이다. 이에 대한 설명으로 옳은 것만을 모두 고르면?



ㄱ. 기체의 평균 온도는 A일 때가 B일 때보다 낮다.

ㄴ. 기체의 평균 내부 에너지는 A일 때가 B일 때보다 작다.

ㄷ. 기체 상태가 A에서 B로 변할 때, 기체는 열을 방출한다.

① ㄱ

② ㄷ

③ ㄱ, ㄴ

④ ㄱ, ㄴ, ㄷ

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 맥스웰 속력 분포 그래프에서 B가 A보다 오른쪽으로 이동하고 봉우리가 낮고 넓어졌다는 시각 단서를 읽어 온도 변화를 판단하고, 단원자 이상기체의 내부에너지와 강체 용기의 열출입까지 연결하는 문제이다.

NoteBase

선지별 해설

① X
- ①은 ㄱ만 옳다고 본 선택지이므로 틀리다. 그래프 B는 평균 속력과 최빈속력이 더 큰 고온 상태이므로 ㄱ은 옳고, 단원자 이상기체의 평균 내부에너지는 온도에만 비례하므로 A의 내부에너지가 B보다 작다는 ㄴ도 함께 옳다.
- 틀린 표현은 "ㄱ"만 정답이라는 점이다. 올바르게는 "ㄱ, ㄴ"이 정답이다.

② X
- ②는 ㄷ만 옳다고 본 선택지이므로 틀리다. 밀폐된 강철 용기는 부피가 일정한 강체 용기이어서 기체가 한 일은 0이고, A에서 B로 갈수록 온도가 올라가 내부에너지 U가 증가한다. 따라서 $Q = \Delta U > 0$이므로 열을 방출하는 것이 아니라 흡수한다.
- 틀린 표현은 "기체는 열을 방출한다"이다. 올바르게는 "기체는 열을 흡수한다"이다.

③ O
- ③은 ㄱ, ㄴ이 옳다고 본 선택지이므로 맞다. B의 분포가 더 오른쪽에 있으므로 B의 온도가 더 높고, 따라서 A의 평균 온도는 B보다 낮다. 또한 단원자 이상기체의 평균 내부에너지는 $\frac{3}{2}kT$에 비례하므로 A의 평균 내부에너지도 B보다 작다.

④ X
- ④는 ㄱ, ㄴ, ㄷ이 모두 옳다고 본 선택지이므로 틀리다. ㄱ과 ㄴ은 옳지만 ㄷ은 틀리다. 온도 상승으로 내부에너지가 증가하고 강체 용기라 일이 0이므로 기체는 열을 받아야 한다.
- 틀린 표현은 "ㄱ, ㄴ, ㄷ"이 모두 정답이라는 점이다. 올바르게는 "ㄱ, ㄴ"만 정답이다.

오답 포인트

맥스웰 분포가 오른쪽으로 이동하면 온도가 높아진다는 점은 잘 보이지만, 이를 곧바로 열 방출로 연결하면 틀리기 쉽다. 이 문항의 함정은 "밀폐된 강철 용기"라는 조건이다. 부피가 일정한 강체 용기에서는 일이 0이므로 온도 상승은 곧 내부에너지 증가이고, 따라서 열은 방출이 아니라 흡수이다.

다시 나오면 이렇게 판단

맥스웰 분포가 오른쪽으로 갈수록 온도가 높은 상태라고 먼저 판단한다. 그다음 단원자 이상기체의 내부에너지는 온도에만 비례한다는 점을 연결하고, 용기가 강체인지 여부를 보고 $W = 0$인지 확인하면 열의 방향까지 바로 정리된다.

암기 포인트

맥스웰 분포 오른쪽 이동 = 고온, 단원자 이상기체 $U \propto T$, 강체 용기에서는 $Q = \Delta U$이다.

NoteBase

문 20. 물체가 원점 ($x = 0$)에 놓여 있고, 광축인 x축을 따라 초점 거리가 $1m$인 얇은 볼록 렌즈가 $x = 2[m]$와 $x = 2.5[m]$ 지점에 각각 놓여 있다. 물체의 상이 뚜렷하게 맺히는 위치가 $x = L[m]$일 때, L은?

① 2.7

② 2.9

③ 3.1

④ 3.3

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 두 얇은 볼록렌즈를 차례로 통과한 상의 위치를 렌즈 방정식으로 구할 수 있는지를 묻는다.

조건 정리

물체는 원점 $x = 0$에 있다.
첫 번째 렌즈는 $x = 2m$, 초점거리는 $f = 1m$이다.
두 번째 렌즈는 $x = 2.5m$, 초점거리는 $f = 1m$이다.
첫 번째 렌즈가 만든 중간상은 두 번째 렌즈의 오른쪽에 있으므로, 두 번째 렌즈에는 가상물체로 작용한다.

사용할 공식

얇은 렌즈 방정식은 $\frac{1}{f} = \frac{1}{s} + \frac{1}{s'}$이다.
첫 번째 렌즈로 중간상을 구한 뒤, 그 중간상의 좌표를 이용해 두 번째 렌즈의 물체거리 부호를 다시 정해야 하므로 이 공식을 두 번 적용한다.

계산 과정

첫 번째 렌즈에서 물체거리는 $s_1 = 2m$이다.
$\frac{1}{1} = \frac{1}{2} + \frac{1}{s_1'}$
따라서 $s_1' = 2m$이고 중간상은 $x = 4m$에 생긴다.
이 중간상은 두 번째 렌즈 $x = 2.5m$의 오른쪽 $1.5m$ 지점에 있으므로 두 번째 렌즈에 대한 물체거리는 $s_2 = -1.5m$이다.
$\frac{1}{1} = \frac{1}{-1.5} + \frac{1}{s_2'}$
$1 = -\frac{2}{3} + \frac{1}{s_2'}$
$\frac{1}{s_2'} = \frac{5}{3}$
따라서 $s_2' = 0.6m$이다.
최종 상의 위치는 $x = 2.5 + 0.6 = 3.1m$이다.

NoteBase

선지별 해설

1번: X. 최종 상의 위치는 $x = 2.7m$가 아니라 $x = 3.1m$이다. 두 번째 렌즈에서 가상물체의 부호를 잘못 잡으면 이런 오답이 나온다. 올바르게는 최종 상이 $x = 3.1m$에 생긴다.
2번: X. 최종 상의 위치는 $x = 2.9m$가 아니라 $x = 3.1m$이다. 첫 번째 렌즈의 중간상 위치나 두 번째 렌즈까지의 거리를 부정확하게 처리하면 틀린다. 올바르게는 최종 상이 $x = 3.1m$에 생긴다.
3번: O. 첫 번째 렌즈의 상이 $x = 4m$에 생기고, 이를 두 번째 렌즈의 가상물체로 두면 최종 상은 $x = 3.1m$에 맺힌다.
4번: X. 최종 상의 위치는 $x = 3.3m$가 아니라 $x = 3.1m$이다. $\frac{1}{s_2'} = \frac{5}{3}$에서 역수를 잘못 취하면 이런 값이 나온다. 올바르게는 최종 상이 $x = 3.1m$에 생긴다.

오답 포인트

핵심 함정은 두 번째 렌즈가 보는 물체가 실제 물체가 아니라 첫 번째 렌즈가 만든 중간상이라는 점이다. 그 중간상이 두 번째 렌즈의 오른쪽에 있으므로 물체거리를 음수로 넣어야 하는데, 이 부호를 놓치면 선택지처럼 비슷한 수치 오답이 나온다.

다시 나오면 이렇게 판단

두 렌즈 문제는 먼저 첫 번째 렌즈의 상 위치를 좌표로 확정하고, 그 점이 다음 렌즈의 왼쪽인지 오른쪽인지로 물체거리 부호를 정한 뒤 다시 렌즈 방정식을 적용하면 된다.

암기 포인트

중간상이 다음 렌즈의 오른쪽에 있으면 그 렌즈에는 가상물체이므로 $s < 0$이다.

NoteBase