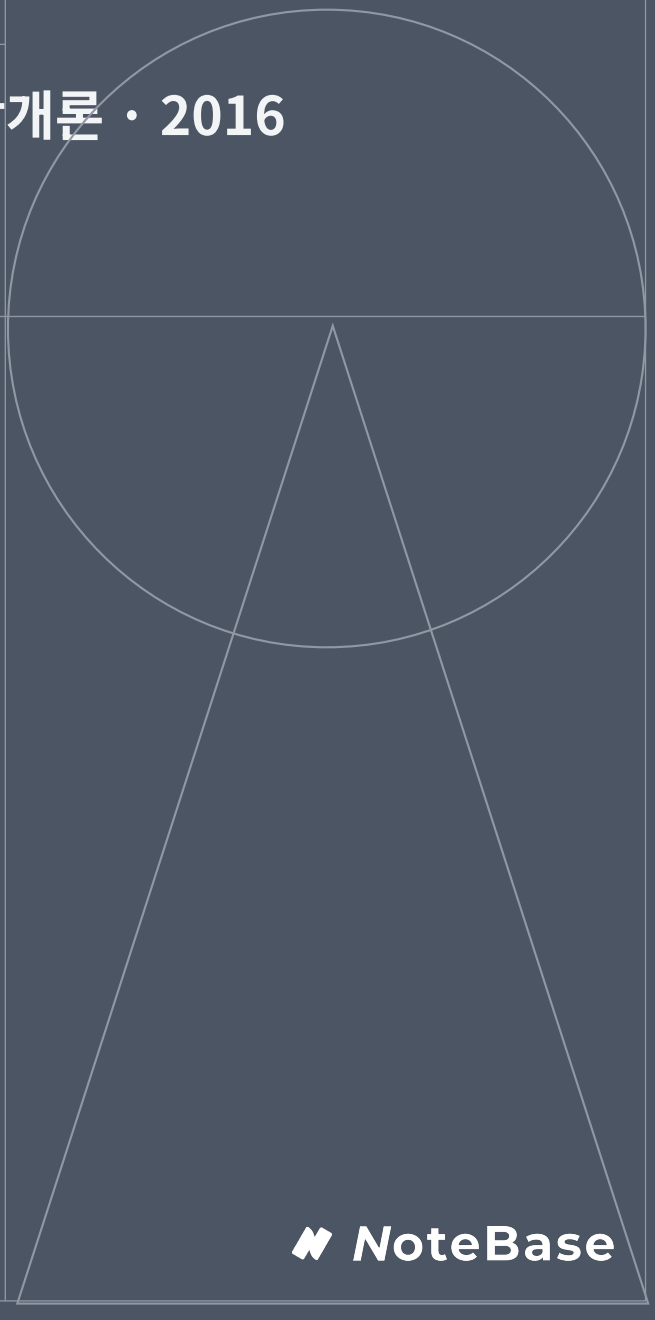
기출OX 해설집

공무원/국가직/7급 · 물리학개론 · 2016



NoteBase

기출OX 해설집

공무원/국가직/7급 · 물리학개론 · 2016

공무원/국가직/7급 · 물리학개론 · 2016

문 1. 5m 길이의 늘어나지 않는 줄에 질량 80kg인 추 A를 매달아 연직선에 대하여 5°까지 기울어지는 단진자운동을 반복하도록 하였다. 추 A를 형태가 동일하고 밀도가 추 A의 0.25배인 추 B로 교체하고 연직선에 대하여 10°로 기울어지는 단진자운동을 시켰다. 추 B의 진동 주기는 추 A의 진동 주기의 몇 배인가? (단, 중력가속도는 $g = 9.8\text{m/s}^2$이며, 각 추는 밀도가 균일하고 줄의 질량과 모든 저항은 무시한다)

① 1

② 2

③ 4

④ 8

정답 1번

출제 포인트

이 문제는 단진자의 주기 $T = 2\pi\sqrt{L/g}$가 줄의 길이와 중력가속도에만 의해 결정되고, 질량·밀도·작은 각도 변화에는 영향을 받지 않는다는 점을 묻는 문제이다.

조건 정리

주어진 값:
- 줄 길이 $L = 5m$
- 추 A의 질량은 $80kg$, 진폭은 5°이다.
- 추 B는 A와 형태가 같고 밀도는 0.25배이며, 진폭은 10°이다.
- 중력가속도는 $g = 9.8m/s^2$이다.

구해야 할 값:
- 추 B의 주기를 추 A의 주기로 나눈 값 T_B/T_A이다.

주의할 조건:
- 문제에서 두 운동을 모두 단진자운동으로 주었으므로 작은 진동 근사식을 적용한다.
- 이 식에는 추의 질량, 밀도, 형태 정보가 직접 들어가지 않는다.

NoteBase

사용할 공식

$T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}$
이 공식을 쓰는 이유:
단진자의 주기는 줄 길이와 중력가속도로만 결정된다. 진폭이 5 °와 10 °로 작아 단진자 근사를 유지할 수 있고, 추의 질량이나 밀도 변화는 주기를 바꾸지 않는다.

계산 과정

1. 추 A의 주기는 $T_A = 2\pi\sqrt{L/g}$이다.
2. 추 B도 줄 길이 L과 중력가속도 g가 같으므로 $T_B = 2\pi\sqrt{L/g}$이다.
3. 따라서
$\frac{T_B}{T_A} = \frac{2\pi\sqrt{L/g}}{2\pi\sqrt{L/g}} = 1$
즉 추 B의 진동 주기는 추 A의 진동 주기와 같다.

선지별 해설

① O: $T_B/T_A = 1$이므로 옳다. 단진자의 주기는 줄 길이와 g만 같으면 같고, 질량 $80kg$이라는 정보나 밀도 0.25배라는 정보는 주기를 바꾸지 않는다.
② X: 주기 비가 2라는 판단은 틀리다. 밀도 0.25배를 보고 주기가 2배가 된다고 연결한 오류이다. 올바르게는 단진자 주기는 밀도와 무관하므로 $T_B/T_A = 1$이다.
③ X: 주기 비가 4라는 판단은 틀리다. 밀도 0.25배를 주기에 직접 반비례 또는 제곱근 비례로 잘못 연결한 값이다. 올바르게는 질량과 밀도가 달라도 줄 길이가 같으면 주기 비는 1이다.
④ X: 주기 비가 8이라는 판단은 틀리다. 질량, 밀도, 진폭 정보를 모두 주기에 영향을 주는 요소처럼 섞어 해석한 오답이다. 올바르게는 문제의 두 운동 모두 단진자운동이므로 주기 비는 1이다.

오답 포인트

이 문제의 함정은 질량 $80kg$, 밀도 0.25배, 진폭 5 °와 10 ° 같은 숫자를 많이 제시해 주기가 바뀌는 것처럼 보이게 만드는 점이다. 그러나 단진자 주기식에 실제로 들어가는 것은 줄 길이와 g뿐이다.

다시 나오면 이렇게 판단

단진자 문제는 먼저 $T = 2\pi\sqrt{L/g}$에 어떤 변수가 들어가는지 확인한다. 그다음 길이와 중력가속도가 같은지만 비교하면 되고, 질량·밀도·작은 범위의 진폭 변화는 주기 판단에서 제외한다.

암기 포인트

단진자 주기 $T = 2\pi\sqrt{L/g}$는 길이와 g만 본다.

NoteBase

문 2. 해왕성에 대해 $0.8c$의 상대 속도로 해왕성을 스쳐지나가는 우주관광열차에 탑승하고 있는 지수는 이 열차 한 량의 길이를 L_0로 측정하였다. 이때 이 우주관광열차를 해왕성에 서서 바라보고 있는 재성이가 관측한 열차 한 량의 길이는? (단, c는 진공에서 빛의 속력이다)

① $\frac{5}{3}L_0$
② $\frac{5}{4}L_0$
③ $\frac{4}{5}L_0$
④ $\frac{3}{5}L_0$

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 특수상대성 이론의 길이 수축 공식을 이용해 정지한 관측자가 본 열차 한 량의 길이를 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 우주관광열차의 속도는 해왕성에 대해 $0.8c$이다.
구해야 할 값: 재성이가 관측한 열차 한 량의 길이이다.
주의할 조건: 지수가 열차 안에서 잰 L_0는 고유길이이고, 재성이는 움직이는 열차를 보므로 수축된 길이를 본다.

사용할 공식

길이 수축 공식은 $L = L_0\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}$ 이다.
이 공식을 쓰는 이유: 열차와 함께 움직이는 지수가 측정한 L_0는 고유길이이고, 해왕성에 정지해 있는 재성이는 속도 v로 움직이는 열차의 길이를 관측하므로 길이 수축 공식을 적용한다.

계산 과정

1. 속도 비를 대입하면 $\frac{v}{c} = 0.8$ 이므로 $\frac{v^2}{c^2} = 0.64$ 이다.
2. 수축 인자는 $\sqrt{1 - 0.64} = \sqrt{0.36} = 0.6$ 이다.
3. 따라서 관측 길이는 $L = L_0 \times 0.6 = \frac{3}{5}L_0$ 이다.

NoteBase

선지 판단

① X: $\frac{5}{3}L_0$는 $\frac{1}{0.6}L_0$로, 수축 공식을 거꾸로 적용한 값이다. 움직이는 물체의 관측 길이가 고유길이보다 길어질 수는 없으므로 올바르게는 $\frac{3}{5}L_0$이다.
② X: $\frac{5}{4}L_0$도 L_0보다 큰 값이어서 길이 수축과 맞지 않는다. 틀린 표현은 재성이가 더 긴 길이를 본다는 점이고, 올바르게는 재성이는 $\frac{3}{5}L_0$를 본다.
③ X: $\frac{4}{5}L_0$는 속도가 $0.8c$이므로 길이도 20%만 줄어든다고 단순 비례로 오해한 값이다. 길이 수축은 선형이 아니라 $\sqrt{1-v^2/c^2}$로 계산하므로 올바르게는 $\frac{3}{5}L_0$이다.
④ O: 계산 결과가 $L=\frac{3}{5}L_0$이므로 옳다.

오답 포인트

고유길이 L_0와 정지 관측자가 본 길이 L를 뒤바꾸거나, 속도 비 0.8을 길이 감소율 20%로 단순 해석하면 오답이 된다. 이 문항은 수축 인자를 역수로 쓰는 실수를 특히 노린 문제이다.

다시 나오면 이렇게 판단

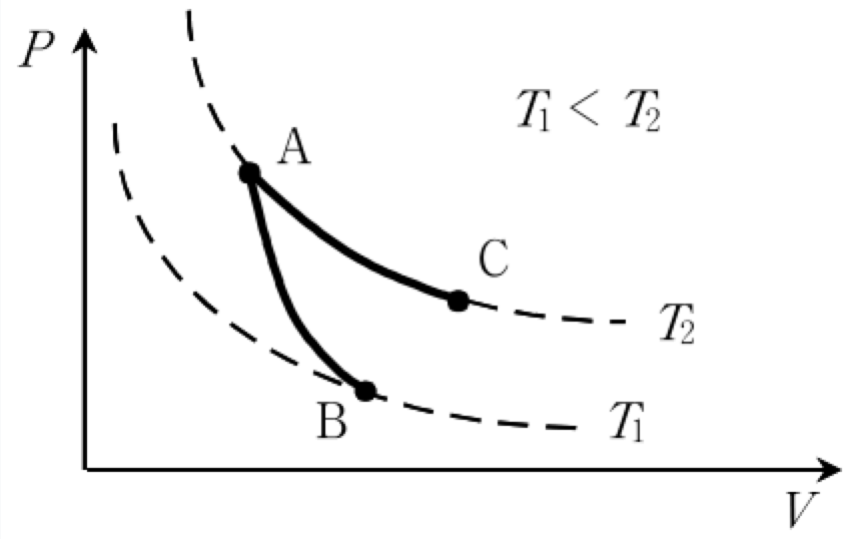
상대성 길이 문제는 누가 물체와 함께 움직이며 고유길이를 쟀는지 먼저 확인한 뒤, 정지한 관측자가 보는 길이면 $L=L_0\sqrt{1-v^2/c^2}$를 적용해 L_0보다 짧아지는지까지 검산하면 된다.

암기 포인트

고유길이 L_0는 물체와 함께 움직이며 잰 길이이고, 움직이는 물체의 관측 길이는 항상 $L=L_0\sqrt{1-v^2/c^2}<L_0$이다.

NoteBase

문 3. 그림은 대기권에서 기체의 상태를 이상 기체 상태로 근사하여 나타낸 그래프이다. 이에 대한 설명으로 옳은 것만을 모두 고른 것은? (단, 각 점선 위에서의 기체 온도는 일정하다)



ㄱ. A → B 과정은 공기가 상승하는 과정으로 단열 과정일 수 있다.

ㄴ. A → C 과정에서 내부 에너지 변화는 없다.

ㄷ. B → A 과정은 공기가 하강하는 과정으로 내부 에너지가 감소한다.

① ㄱ

② ㄷ

③ ㄱ, ㄴ

④ ㄱ, ㄴ, ㄷ

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 *P-V* 도식에서 등온선의 위치와 과정 곡선의 모양을 보고 단열 팽창 가능성과 이상기체의 내부 에너지 변화를 판단하는 문제이다.

NoteBase

선지별 해설

① X
- ①은 ㄱ만 옳다고 본 선택지이므로 틀리다. A→B는 압력이 낮아지고 부피가 커지며 온도가 T_2에서 T_1로 내려가므로, 상승하는 공기의 단열 팽창 과정으로 해석할 수 있어 ㄱ은 옳다.
- 다만 A와 C는 같은 등온선 T_2 위에 있으므로 이상기체의 내부 에너지는 변하지 않아 ㄴ도 옳다. 올바르게는 'ㄱ, ㄴ'이다.

② X
- ②는 ㄷ만 옳다고 본 선택지이므로 틀리다. B→A는 공기가 하강하면서 압력과 온도가 함께 커지는 과정으로 해석할 수 있다.
- 이상기체의 내부 에너지는 온도에만 의존하므로 T_1에서 T_2로 가는 B→A에서는 내부 에너지가 감소하지 않고 증가한다. 올바르게는 'ㄱ, ㄴ'이다.

③ O
- ③은 ㄱ, ㄴ만 옳다고 본 선택지이며 맞다. ㄱ은 A→B가 상승 공기의 단열 팽창으로 볼 수 있다는 점에서 옳고, ㄴ은 A와 C가 같은 온도 T_2를 가지므로 내부 에너지 변화가 없다는 점에서 옳다.

④ X
- ④는 ㄱ, ㄴ, ㄷ이 모두 옳다고 본 선택지이므로 틀리다. ㄷ의 '내부 에너지가 감소한다'는 표현이 틀렸다.
- 올바르게는 B→A에서 온도가 T_1에서 T_2로 올라가므로 내부 에너지가 증가한다. 따라서 맞는 조합은 'ㄱ, ㄴ'이다.

오답 포인트

A→C에서 압력과 부피가 모두 변하므로 내부 에너지도 변한다고 착각하기 쉽고, ㄷ의 '하강'이라는 말만 보고 냉각을 떠올리기 쉽다. 그러나 이상기체의 내부 에너지는 압력이나 부피가 아니라 온도만으로 결정되며, 같은 등온선 위의 두 점은 내부 에너지가 같다.

다시 나오면 이렇게 판단

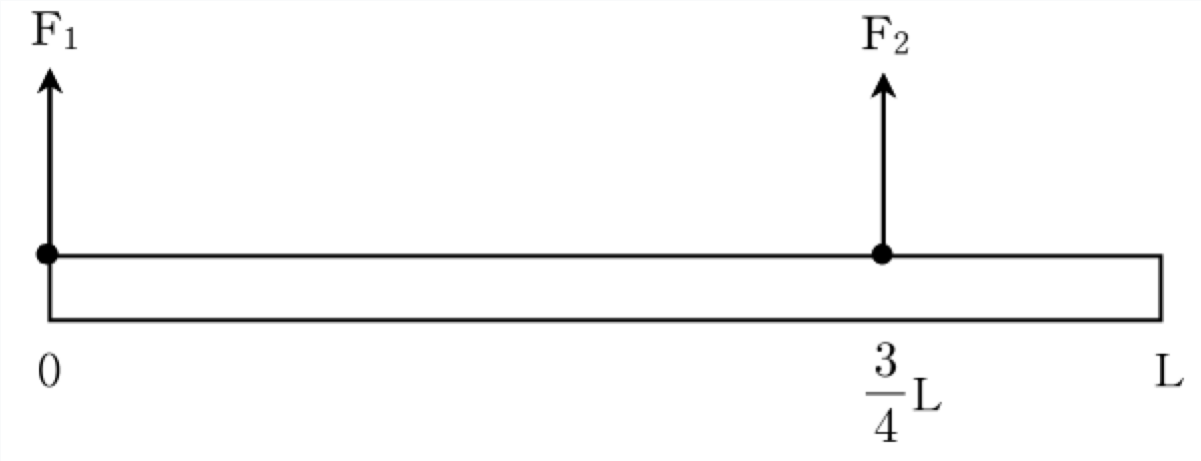
먼저 각 점이 어떤 등온선 위에 있는지 확인하여 온도 변화를 읽는다. 그다음 과정 곡선이 팽창하면서 온도가 내려가면 단열 팽창 가능성을 본다. 이상기체의 내부 에너지는 온도 변화만으로 판단한다.

암기 포인트

이상기체의 내부 에너지는 온도만 보면 되고, 단열 팽창은 부피가 커지면서 온도가 내려간다.

NoteBase

문 4. 그림과 같이 질량 $m = 30kg$이고 길이가 L인 밀도가 균일한 원통형 강체막대에 중력이 연직 아래 방향으로 작용하고 있다. 이 막대의 왼쪽 끝에 힘 F_1, 막대 왼쪽으로부터 $\frac{3}{4}L$ 되는 지점에 힘 F_2를 각각 연직 위 방향으로 가할 때, 이 막대가 정역학적 평형상태를 유지하기 위한 힘 F_1의 크기[N]는? (단, 중력가속도 $g = 9.8m/s^2$이다)



① 49

② 98

③ 147

④ 196

정답 2번

출제 포인트

균일한 막대의 무게중심 위치와 정역학적 평형 조건인 $\sum F_y = 0, \sum \tau = 0$를 이용해 F_1을 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값은 질량 $m = 30kg$, 중력가속도 $g = 9.8m/s^2$이다.
균일한 막대이므로 무게 $mg = 294N$는 막대 중심인 왼쪽에서 $L/2$ 지점에 아래로 작용한다.
위쪽 힘은 왼쪽 끝의 F_1, 왼쪽에서 $3L/4$ 지점의 F_2이다.
구해야 할 값은 정역학적 평형을 만드는 F_1의 크기이다.

사용할 공식

연직방향 평형식은 $F_1 + F_2 - mg = 0$이다.
회전평형식은 기준점을 왼쪽 끝으로 잡으면 F_1의 모멘트가 사라져 $F_2 \cdot \frac{3L}{4} = mg \cdot \frac{L}{2}$가 된다.
이 공식을 쓰는 이유는 막대가 정지해 있으려면 힘의 합과 임의의 점에 대한 모멘트의 합이 모두 0이어야 하기 때문이다.

NoteBase

계산 과정

1. 막대의 무게는 $mg = 30 \times 9.8 = 294N$이다.
2. 왼쪽 끝을 기준으로 모멘트 평형을 세우면
$F_2 \cdot \frac{3L}{4} = 294 \cdot \frac{L}{2}$
이므로
$F_2 = 294 \times \frac{\frac{L}{2}}{\frac{3L}{4}} = 294 \times \frac{2}{3} = 196N$
이다.
3. 연직방향 힘평형을 적용하면
$F_1 + 196 - 294 = 0$
이므로
$F_1 = 294 - 196 = 98N$
이다.

선지별 해설

① X: $49N$는 평형조건을 모두 만족하지 못하는 값이다. 올바르게는 회전평형으로 $F_2 = 196N$을 구한 뒤 힘평형을 적용해 $F_1 = 98N$이 되어야 한다.
② O: 계산 결과 $F_1 = 98N$이므로 맞는 선택지이다.
③ X: $147N$는 무게 $294N$를 두 힘이 단순히 절반씩 나눈 것으로 오해할 때 나오기 쉬운 값이다. 실제로는 F_2가 막대 중심보다 오른쪽에서 작용하므로 더 큰 모멘트를 내고, 올바르게는 $F_1 = 98N$이다.
④ X: $196N$는 모멘트 평형으로 구한 F_2의 값이다. 문제에서 구하는 값은 F_1이므로 올바르게는 $F_1 = 98N$이다.

오답 포인트

이 문제의 함정은 무게 mg가 막대 중심인 $L/2$에서 작용한다는 점과, F_1과 F_2의 작용점이 서로 다르다는 점을 놓치는 데 있다. 특히 $196N$은 계산 중간에 나오는 F_2를 그대로 정답으로 착각하기 쉬운 값이다.

다시 나오면 이렇게 판단

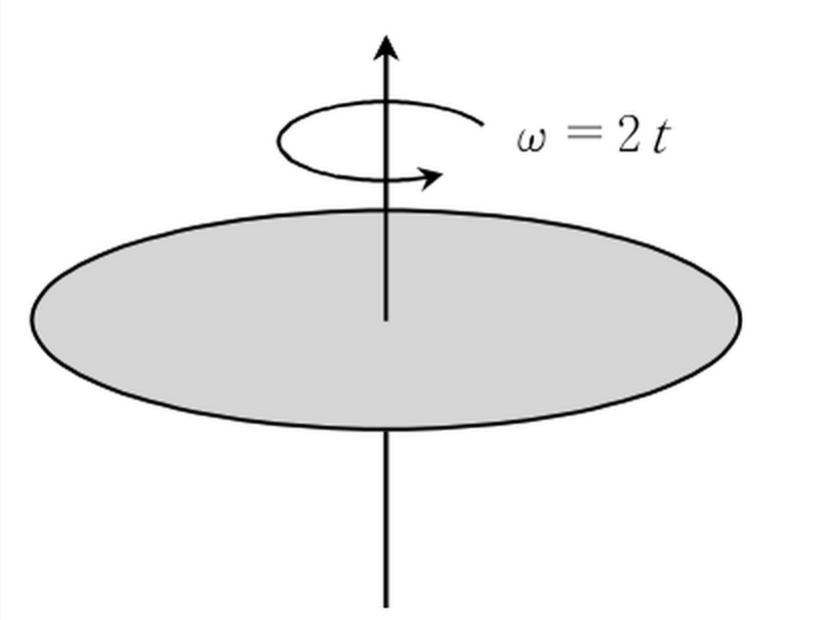
막대 평형 문제는 먼저 무게의 작용점을 중심에서 찾고, 그다음 한 힘의 작용점을 기준점으로 잡아 모멘트 평형으로 다른 힘을 구한 뒤, 마지막에 힘평형으로 남은 힘을 구하면 된다.

암기 포인트

균일한 막대의 무게는 항상 중심에 작용하고, 정역학 평형은 모멘트 평형을 먼저 세우면 가장 빠르게 풀린다.

NoteBase

문 5. 관성모멘트가 $4\text{kg}\cdot\text{m}^2$인 원판이 시간 t에 따라 변화하는 각속도 $\omega = 2t\text{rad/s}$로 그 중심을 축으로 하여 회전하고 있을 때의 설명으로 옳은 것은?



① 원판의 각운동량은 시간에 따라 변화하지 않는다.

② 원판의 각가속도는 시간에 따라 변화한다.

③ $t = 0$에서 원판의 각가속도는 0이다.

④ 원판에 가해지는 알짜 돌림힘은 시간에 따라 변화하지 않는다.

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 시간에 따른 각속도 ω를 미분해 각가속도 α를 구하고, $L = I\omega$, $\tau = I\alpha$를 이용해 각운동량과 알짜 돌림힘의 시간 의존성을 판단하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값은 관성모멘트 $I = 4kg\cdot m^2$, 각속도 $\omega = 2trad/s$이다.
구해야 할 내용은 각운동량 L, 각가속도 α, 알짜 돌림힘 τ의 시간에 따른 변화이다.
관성모멘트가 일정하므로 L은 ω에 비례하고, τ는 α에 비례한다.

NoteBase

사용할 공식

각가속도는 $\alpha = \frac{d\omega}{dt}$이다.
각운동량은 $L = I\omega$이다.
알짜 돌림힘은 $\tau = I\alpha$이다.
이 공식을 쓰는 이유는 문제에서 시간에 따라 변하는 각속도와 일정한 관성모멘트가 주어졌으므로, 미분으로 α를 구한 뒤 회전운동의 기본 관계식으로 각운동량과 돌림힘을 바로 판별할 수 있기 때문이다.

계산 과정

1. 각속도를 미분하면 $\alpha = \frac{d}{dt}(2t) = 2rad/s^2$이므로 각가속도는 일정하다.
2. 각운동량은 $L = I\omega = 4 \times 2t = 8t$이므로 시간에 따라 선형적으로 증가한다.
3. 알짜 돌림힘은 $\tau = I\alpha = 4 \times 2 = 8N \cdot m$이므로 시간에 따라 변하지 않는다.

선지별 해설

① X. 각운동량은 $L = 8t$이므로 시간에 따라 변한다. 틀린 표현은 '변화하지 않는다'이고, 올바르게는 '각운동량은 시간에 따라 증가한다'이다.
② X. 각가속도는 $\alpha = 2rad/s^2$로 일정하다. 틀린 표현은 '시간에 따라 변화한다'이고, 올바르게는 '각가속도는 시간과 무관하게 일정하다'이다.
③ X. $t = 0$일 때 각속도는 0이지만 각가속도는 $\alpha = 2rad/s^2$로 0이 아니다. 틀린 표현은 '각가속도는 0이다'이고, 올바르게는 '각가속도는 $2rad/s^2$이다'이다.
④ O. 알짜 돌림힘은 $\tau = I\alpha = 8N \cdot m$로 일정하므로 시간에 따라 변하지 않는다.

오답 포인트

각속도 ω와 각가속도 α를 혼동하면 ②와 ③을 잘못 고르기 쉽다. 특히 $t = 0$에서 $\omega = 0$이라는 사실을 $\alpha = 0$으로 잘못 넘기기 쉽고, 각운동량 L이 ω에 비례한다는 점을 놓치면 ①도 함께 틀리기 쉽다.

다시 나오면 이렇게 판단

회전운동 시간함수 문항은 먼저 $\omega(t)$를 미분해 $\alpha(t)$를 구한 뒤, 관성모멘트가 일정한지 확인하고 $L = I\omega$, $\tau = I\alpha$를 각각 대입해 시간 의존성을 따로 판단하면 된다.

암기 포인트

ω를 미분하면 α이고, I가 일정하면 L은 ω를 따라가고 τ는 α를 따라간다.

NoteBase

문 6. 수평면에 평행하게 날아가던 질량 10g의 총알이 정지해있던 나무토막에 100m/s의 속력으로 충돌하여 박힌 채 2m/s의 속력으로 함께 운동하게 되었다면 충돌 후 운동에너지의 손실은? (단, 총알의 회전은 무시하고, 충돌 후 나무토막은 회전하거나 조각나지 않으며, 마찰이 없는 수평면 위에 놓여있다고 가정한다)

① 충돌 전 운동에너지의 98%

② 충돌 전 운동에너지의 80%

③ 충돌 전 운동에너지의 50%

④ 충돌 전 운동에너지의 20%

정답 1번

출제 포인트

이 문제는 비탄성 충돌에서 운동량 보존으로 충돌 후 전체 질량을 구한 뒤, 충돌 전후 운동에너지를 비교하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값:
총알의 질량은 $0.01kg$이고 초기 속력은 $100m/s$이다. 나무토막은 정지해 있다. 충돌 후 총알과 나무토막은 함께 $2m/s$로 운동한다.
구해야 할 값:
충돌 후 운동에너지의 손실 비율이다.
주의할 조건:
총알이 박힌 채 함께 움직이므로 완전비탄성 충돌로 본다.

사용할 공식

운동량 보존식은 $mv = (M + m)V$이다.
운동에너지는 $K = \frac{1}{2}mv^2$이다.
이 공식을 쓰는 이유:
충돌 직후 총알과 나무토막이 붙어서 함께 움직이므로 충돌 전후의 수평방향 운동량은 보존되고, 운동에너지는 보존되지 않아 전후 값을 직접 비교해야 한다.

NoteBase

계산 과정

1. 운동량 보존을 적용하면 $0.01 \times 100 = (M + 0.01) \times 2$이다.
2. 따라서 $1 = 2(M + 0.01)$이므로 $M + 0.01 = 0.5kg$이다.
3. 충돌 전 운동에너지는 $K_i = \frac{1}{2} \times 0.01 \times 100^2 = 50J$이다.
4. 충돌 후 운동에너지는 $K_f = \frac{1}{2} \times 0.5 \times 2^2 = 1J$이다.
5. 손실된 운동에너지는 $50 - 1 = 49J$이고, 손실 비율은 $\frac{49}{50} = 0.98$이므로 98%이다.

선지별 해설

① O
손실 비율이 98%이므로 옳다.

② X
손실 비율은 80%가 아니라 98%이다. 틀린 표현은 "80%"이고, 올바르게는 "충돌 전 운동에너지의 98%"이다.

③ X
손실 비율은 50%가 아니라 98%이다. 틀린 표현은 "50%"이고, 올바르게는 "충돌 전 운동에너지의 98%"이다.

④ X
손실 비율은 20%가 아니라 98%이다. 틀린 표현은 "20%"이고, 올바르게는 "충돌 전 운동에너지의 98%"이다.

오답 포인트

운동량은 보존되지만 운동에너지는 보존되지 않는다는 점을 놓치면 오답이 된다. 속력이 $100m/s$에서 $2m/s$로 줄었다는 사실만 보고 비율을 단순 비교하거나, 충돌 후 질량이 총알 질량이 아니라 총알과 나무토막의 합이라는 점을 빼먹으면 손실 비율을 잘못 구하게 된다.

다시 나오면 이렇게 판단

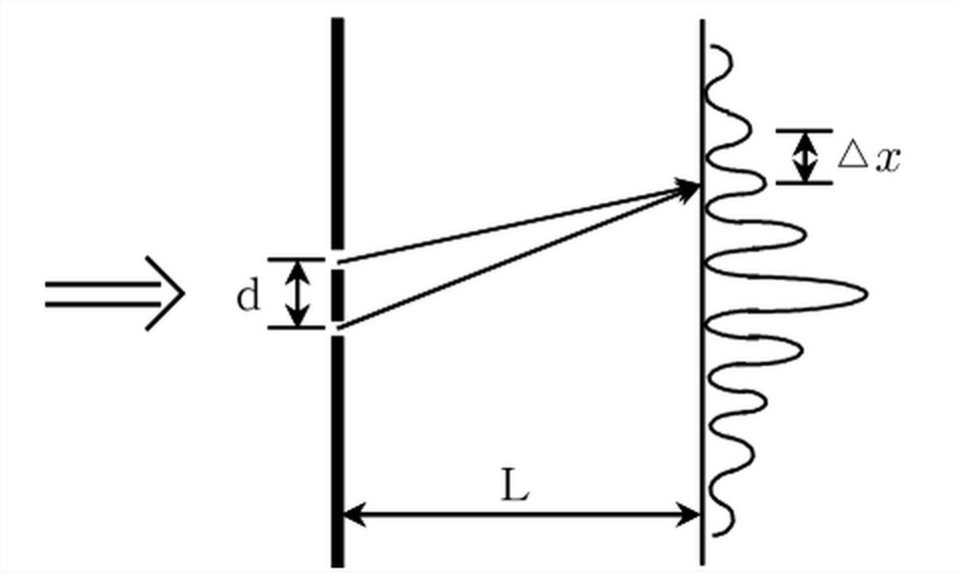
붙어서 함께 움직인다는 표현이 나오면 먼저 완전비탄성 충돌로 보고 운동량 보존식으로 충돌 후 전체 질량이나 속도를 정리한다. 그다음 $K = \frac{1}{2}mv^2$로 충돌 전후 운동에너지를 각각 계산해 손실량과 손실 비율을 구한다.

암기 포인트

완전비탄성 충돌은 운동량은 보존되고 운동에너지는 감소한다.

NoteBase

문 7. 그림은 결맞음 상태에 있는 빛을 이용한 영(Young)의 이중슬릿 실험을 나타낸 것이다. 슬릿 사이 간격이 d인 이중 슬릿으로부터 수직으로 L만큼 떨어진 평면 스크린에 맺힌 간섭무늬 패턴에서 2번째 밝은 무늬와 3번째 밝은 무늬 사이의 간격 Δx를 줄이기 위한 방법으로 옳은 것은? (단, $L \gg d$이다)



① 슬릿 사이 간격 d를 작게 한다.

② 진동수가 작은 빛을 사용한다.

③ 파장이 짧은 빛을 사용한다.

④ 스크린과 슬릿 사이의 간격 L을 길게 한다.

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 영의 이중슬릿 간섭에서 밝은 무늬 간격이 $\Delta x = \lambda L/d$로 정해진다는 관계를 이용해 무늬 간격을 줄이는 조건을 판단하는 문제이다.

조건 정리

주어진 조건은 슬릿 간격이 d, 스크린까지 거리가 L, 밝은 무늬 사이 간격이 Δx라는 점이다.
구해야 할 내용은 2번째와 3번째 밝은 무늬 사이 간격 Δx를 줄이는 방법이다.
인접한 밝은 무늬 사이 간격은 항상 같으므로 2번째와 3번째 밝은 무늬 사이도 Δx이다.

사용할 공식

사용할 공식은 $\Delta x = \lambda L/d$이다.
이 공식을 쓰는 이유는 영의 이중슬릿에서 밝은 무늬 간격이 파장 λ와 스크린 거리 L에 비례하고, 슬릿 간격 d에 반비례하기 때문이다.

NoteBase

계산 과정

1. 밝은 무늬 간격은 $\Delta x = \lambda L/d$이다.
2. 따라서 Δx를 줄이려면 λ를 작게 하거나 L을 작게 하거나 d를 크게 해야 한다.
3. 보기 중 이 조건에 맞는 것은 파장을 짧게 하는 경우뿐이다.

선지별 해설

① X
슬릿 사이 간격 d를 작게 하면 분모가 작아지므로 Δx는 커진다.
틀린 표현은 "작게 한다"이다. 올바르게는 슬릿 사이 간격 d를 크게 해야 Δx가 줄어든다.

② X
진동수가 작으면 $c = \lambda f$에서 파장 λ가 길어진다. 그러면 Δx가 커진다.
틀린 표현은 "진동수가 작은 빛"이다. 올바르게는 진동수가 큰 빛, 즉 파장이 짧은 빛을 사용해야 한다.

③ O
파장이 짧아지면 λ가 감소하므로 $\Delta x = \lambda L/d$가 작아진다.
밝은 무늬 사이 간격을 줄이는 방법에 해당하므로 옳다.

④ X
스크린과 슬릿 사이의 거리 L을 길게 하면 Δx가 비례하여 커진다.
틀린 표현은 "길게 한다"이다. 올바르게는 스크린과 슬릿 사이의 거리 L을 짧게 해야 Δx가 줄어든다.

오답 포인트

진동수와 파장의 관계를 반대로 기억하거나, Δx가 d에 반비례한다는 점을 놓치면 ①이나 ②를 고르기 쉽다.
특히 "진동수가 작다"와 "파장이 짧다"를 같은 뜻처럼 착각하는 것이 대표적인 함정이다.

다시 나오면 이렇게 판단

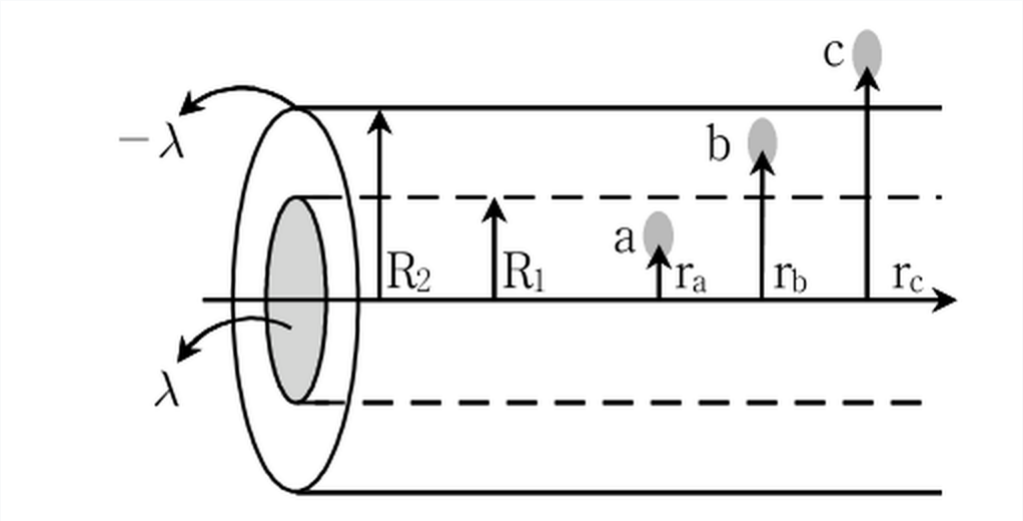
이중슬릿 간섭 문제는 먼저 $\Delta x = \lambda L/d$를 적고, 분자에 있는 양은 줄이면 간격이 감소하고 분모에 있는 양은 키우면 간격이 감소한다고 판단하면 된다.

암기 포인트

영의 이중슬릿 밝은 무늬 간격은 λ, L에 비례하고 d에 반비례한다.

NoteBase

문 8. 그림과 같이 반경이 R_1이고 속이 찬 무한히 긴 원통형 도체가 단위 길이당 양의 전하밀도 λ로 대전되어 있고, 이 도체와 중심축을 공유하며 반지름이 R_2이고 두께를 무시할 수 있는 무한히 긴 원통형 껍질이 단위 길이당 음의 전하밀도 $-\lambda$로 대전되어 있다. 위치 a, b, c($r_a < R_1$, $R_1 < r_b < R_2$, $r_c > R_2$)에서의 전기장 E_a, E_b, E_c의 크기를 비교한 것으로 옳은 것은? (단, 도선 및 원통형 껍질 이외의 공간은 진공 상태로 가정한다)



① $E_a < E_b < E_c$

② $E_a < E_c < E_b$

③ $E_a = E_c < E_b$

④ $E_a < E_b = E_c$

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 동축 원통 도체와 원통형 껍질에서 가우스 법칙을 적용하여 영역별 전기장의 크기를 비교하는 문제이다.

NoteBase

선지별 해설

① X

- $r_a < R_1$인 a점은 도체 내부이므로 정전평형에서 $E_a = 0$이다. 또 $R_1 < r_b < R_2$인 b점은 가우스 원통이 선전하 λ를 감싸므로 $E_b = \lambda/(2\pi\varepsilon_0 r_b)$이다. $r_c > R_2$인 c점은 전체 포획 전하가 $\lambda + (-\lambda) = 0$이므로 $E_c = 0$이다.
- 따라서 실제 크기 비교는 $E_a = E_c < E_b$이다. ①의 $E_a < E_b < E_c$라는 표현이 틀렸다.

② X

- c점 바깥에서는 안쪽 도체의 $+\lambda$와 바깥 껍질의 $-\lambda$를 모두 감싸 총전하가 0이므로 $E_c = 0$이다. b점은 두 원통 사이 공간이어서 $E_b \neq 0$이다.
- 따라서 $E_a < E_c < E_b$가 아니라 $E_a = E_c < E_b$가 맞다.

③ O

- a점은 도체 내부이므로 $E_a = 0$이다.
- b점은 반지름 r_b의 가우스 원통이 $+\lambda$만 감싸므로 $E_b = \lambda/(2\pi\varepsilon_0 r_b)$가 되어 0보다 크다.
- c점은 두 전하밀도 $+\lambda$와 $-\lambda$를 모두 감싸 총전하가 0이므로 $E_c = 0$이다.
- 따라서 $E_a = E_c < E_b$가 옳다.

④ X

- b점은 두 원통 사이 공간이라 전기장이 0이 아니다. 반면 c점은 전체 포획 전하가 0이어서 $E_c = 0$이다.
- 따라서 $E_b = E_c$가 아니라 $E_c = 0 < E_b$이다. 올바른 표현은 $E_a = E_c < E_b$이다.

오답 포인트

도체 내부 전기장이 0이라는 점과 바깥쪽 전체 포획 전하가 0이라는 점을 동시에 놓치기 쉽다. 특히 c점에서도 안쪽 $+\lambda$만 보고 전기장이 남는다고 착각하면 ①이나 ②로 흐르기 쉽다.

다시 나오면 이렇게 판단

동축 대칭 전하분포는 반지름 구간을 먼저 나누어 본다. 도체 내부인지, 두 원통 사이인지, 모든 전하를 감싼 바깥인지 순서대로 가우스 원통을 잡아 포획 전하 Q_{enc}만 비교하면 된다.

암기 포인트

동축 원통 전기장은 도체 내부 0, 사이 공간은 Q_{enc}에 비례, 바깥은 총전하가 0이면 다시 0이다.

NoteBase

문 9. 파장이 λ인 X선을 전자와 탄성 충돌시켰더니 X선의 파장이 변화하였다. 이때 충돌 전후의 X선의 파장 차이는 $\Delta\lambda = \frac{h}{m_e c}(1 - \cos\theta)$이다. 이 현상에 대한 설명으로 옳은 것만을 모두 고른 것은? (단, h는 플랑크 상수, m_e는 전자의 정지 질량, c는 진공에서 빛의 속력, θ는 충돌 전 X선의 진행 방향과 충돌 후 X선의 진행 방향 사이의 각이다)

ㄱ. X선이 전자와 충돌 후 입사 방향에 대하여 정반대 방향으로 진행할 때 $\Delta\lambda$가 최대이다.
ㄴ. 충돌 후 전자의 운동에너지 변화는 $\frac{hc}{\lambda} - \frac{hc}{\lambda + \Delta\lambda}$이다.
ㄷ. X선의 $\Delta\lambda$는 충돌 전 X선의 진동수에 따라 달라진다.

① ㄱ
② ㄷ
③ ㄱ, ㄴ
④ ㄱ, ㄴ, ㄷ

정답 3번

출제 포인트

콤프턴 산란에서 파장 변화량 $\Delta\lambda$의 각도 의존성과, 광자 에너지 감소분이 전자의 운동에너지로 넘어간다는 관계를 묻는 문제이다.

조건 정리

주어진 식은 $\Delta\lambda = \frac{h}{m_e c}(1 - \cos\theta)$이다.
충돌 후 X선의 파장은 $\lambda' = \lambda + \Delta\lambda$이다.
광자 에너지는 $E = \frac{hc}{\lambda}$이므로 파장이 길어지면 에너지는 감소한다.

사용할 공식

콤프턴 산란의 파장 변화식은 $\Delta\lambda = \frac{h}{m_e c}(1 - \cos\theta)$이다.
광자 에너지는 $E = \frac{hc}{\lambda}$이다.
이 공식을 쓰는 이유는 이 문항이 충돌 각도에 따른 파장 변화와, 충돌 전후 광자 에너지 차이를 통해 전자 운동에너지를 판단하는 상황이기 때문이다.

NoteBase

계산 과정

1. $\theta = 180\,^\circ$이면 $\cos\theta = -1$이므로 $\Delta\lambda = \frac{h}{m_e c}(1-(-1)) = \frac{2h}{m_e c}$가 되어 최대가 된다.
2. 충돌 전 광자 에너지는 $\frac{hc}{\lambda}$, 충돌 후 광자 에너지는 $\frac{hc}{\lambda+\Delta\lambda}$이다.
3. 처음 전자는 정지해 있으므로 광자가 잃은 에너지만큼 전자의 운동에너지가 증가하여 $\Delta K = \frac{hc}{\lambda} - \frac{hc}{\lambda+\Delta\lambda}$가 된다.
4. $\Delta\lambda$ 식에는 초기 파장 λ나 진동수 f가 직접 들어 있지 않으므로, 같은 θ에서는 $\Delta\lambda$가 초기 진동수에 따라 달라지지 않는다.

선지별 해설

① X

- ㄱ만 옳다고 본 선지이지만 ㄴ도 옳으므로 틀린 선지이다.
- ㄱ은 X선이 입사 방향의 정반대 방향으로 진행하면 $\theta = 180\,^\circ$가 되어 $1-\cos\theta$가 최대인 2가 되므로 맞다.
- 올바르게는 ㄱ, ㄴ이 모두 옳다.

② X

- ㄷ이 옳다고 본 선지인데, $\Delta\lambda = \frac{h}{m_e c}(1-\cos\theta)$는 θ에만 의존하고 충돌 전 X선의 진동수에는 의존하지 않으므로 틀린 선지이다.
- 올바르게는 $\Delta\lambda$는 충돌 전 X선의 진동수와 무관하고 산란각 θ에 따라 결정된다.

③ O

- ㄱ, ㄴ이 옳다는 판단이 맞는 선지이다.
- ㄱ은 $\theta = 180\,^\circ$일 때 $\Delta\lambda$가 최대가 된다는 진술이므로 옳다.
- ㄴ은 광자 에너지 감소분 $\frac{hc}{\lambda} - \frac{hc}{\lambda+\Delta\lambda}$이 전자의 운동에너지 증가분이 된다는 뜻이므로 옳다.

④ X

- ㄱ, ㄴ, ㄷ이 모두 옳다고 본 선지인데 ㄷ이 틀리므로 오답이다.
- 틀린 표현은 '충돌 전 X선의 진동수에 따라 달라진다'이다.
- 올바르게는 ㄷ을 제외한 ㄱ, ㄴ만 옳고, $\Delta\lambda$는 진동수가 아니라 산란각에 의해 결정된다.

오답 포인트

$\Delta\lambda$ 식에 초기 파장 λ가 보이지 않는데도, X선의 에너지 식 $E = \frac{hc}{\lambda}$와 섞어서 파장 변화량까지 초기 진동수에 의존한다고 오해하기 쉽다. 이 문항은 '에너지 변화'와 '파장 변화량'을 구분하는지가 핵심 함정이다.

다시 나오면 이렇게 판단

콤프턴 산란 문제는 먼저 $\Delta\lambda$ 식에 무엇이 들어 있는지 확인하고, 다음으로 광자 에너지 $E = \frac{hc}{\lambda}$를 따로 적용해 전자 운동에너지 증가분을 판단하면 된다. 파장 변화량의 의존 변수와 에너지의 의존 변수를 분리해서 본다.

NoteBase

암기 포인트

콤프턴 산란에서는 $\Delta\lambda$는 산란각이 정하고, 잃은 광자 에너지는 전자 운동에너지로 간다.

NoteBase

문 10. 수소원자에 대한 보어(Bohr) 모형에서 바닥상태에 있는 전자는 원자핵 주위로 반지름이 0.053 nm인 안정적인 원 궤도를 그리며 운동한다고 가정한다. 이때 전자의 속력으로 가장 가까운 값은? (단, 쿨롱 상수 값 $k = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} = 9.0 \times 10^9 \mathrm{Nm^2/C^2}$, 전자의 질량은 $9.0 \times 10^{-31}\mathrm{kg}$, 전자의 전하량은 $-1.6 \times 10^{-19}\mathrm{C}$, $c = 3.0 \times 10^8 \mathrm{m/s}$이다)

① 0.0025c

② 0.0050c

③ 0.0075c

④ 0.0100c

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 보어 모형에서 쿨롱힘이 전자의 원운동 구심력 역할을 한다는 점을 이용해 전자의 속력을 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 반지름은 $r = 0.053nm = 5.3 \times 10^{-11}m$, 쿨롱 상수는 $k = 9.0 \times 10^9 Nm^2/C^2$, 전자 질량은 $m = 9.0 \times 10^{-31}kg$, 전하량 크기는 $e = 1.6 \times 10^{-19}C$, 빛의 속력은 $c = 3.0 \times 10^8 m/s$이다.
구해야 할 값: 전자의 속력 v이다.
주의할 조건: $0.053nm$를 반드시 m로 바꾸고, 마지막에는 c와 비교해야 한다.

사용할 공식

전자에 작용하는 전기력이 원운동의 구심력이므로
$\frac{mv^2}{r} = \frac{ke^2}{r^2}$
이다. 따라서
$v = \sqrt{\frac{ke^2}{mr}}$
를 사용한다.
이 공식을 쓰는 이유는 바닥상태 전자가 원자핵 둘레를 안정적인 원궤도로 돈다고 가정했으므로, 중심을 향하는 힘이 바로 쿨롱힘이기 때문이다.

NoteBase

계산 과정

1. 반지름을 SI 단위로 바꾸면 $r = 0.053 \times 10^{-9} = 5.3 \times 10^{-11} m$이다.

2. 식에 대입하면
$v = \sqrt{\frac{(9.0 \times 10^{9})(1.6 \times 10^{-19})^2}{(9.0 \times 10^{-31})(5.3 \times 10^{-11})}}$
이다.

3. 분자는 2.304×10^{-28}, 분모는 4.77×10^{-41}이므로
$v \approx \sqrt{4.83 \times 10^{12}} \approx 2.2 \times 10^{6} m/s$
이다.

4. 이를 c로 나누면
$\frac{v}{c} = \frac{2.2 \times 10^{6}}{3.0 \times 10^{8}} \approx 7.3 \times 10^{-3}$
이므로 $v \approx 0.0073c$이다.

선지별 해설

① X: $0.0025c = 7.5 \times 10^{5} m/s$인데 계산값 $2.2 \times 10^{6} m/s$보다 너무 작다. 전자 속력을 지나치게 작게 본 값이며, 올바르게는 전자 속력이 약 $0.0073c$이다.

② X: $0.0050c = 1.5 \times 10^{6} m/s$인데 계산값보다 작다. 반지름 단위 변환이나 제곱근 계산을 부정확하게 하면 비슷한 오답이 나온다. 올바르게는 전자 속력이 약 $0.0073c$이다.

③ O: $0.0075c = 2.25 \times 10^{6} m/s$이므로 계산값 $2.2 \times 10^{6} m/s$와 가장 가깝다.

④ X: $0.0100c = 3.0 \times 10^{6} m/s$인데 계산값보다 크다. 쿨롱힘과 구심력의 관계는 맞게 세워도 수치 비교를 거칠게 하면 이 값을 고르기 쉽다. 올바르게는 전자 속력이 약 $0.0073c$이다.

오답 포인트

이 문항의 함정은 $0.053nm$를 m로 바꾸지 않거나, mv^2/r에서 마지막 제곱근을 빠뜨리는 데 있다. 또 계산이 끝난 뒤 바로 보기와 비교하지 않고 c로 나누는 과정을 놓치면 ②나 ④처럼 가까워 보이는 값을 고르기 쉽다.

다시 나오면 이렇게 판단

원자 모형에서 전자 속력을 묻는 계산형 문제는 먼저 전기력과 구심력을 같게 놓고, 반지름을 SI 단위로 변환한 뒤, 마지막에 c 대비 비율까지 확인하는 순서로 판단한다.

암기 포인트

보어 모형의 속력 계산은 쿨롱힘=구심력에서 시작하며, 바닥상태 수소 전자 속력은 대략 $0.007c$ 수준이다.

NoteBase

문 11. x축을 따라 움직이는 입자의 위치가 시간에 따라 $x(t) = 7 + 9t - 2t^3$으로 변한다. $t = 3$일 때 입자의 속도$[m/s]$는? (단, 여기서 x의 단위는 미터(m)이고, t의 단위는 초(s)이다)

① 음의 x방향으로 3

② 양의 x방향으로 20

③ 음의 x방향으로 20

④ 음의 x방향으로 45

정답 4번

출제 포인트

위치함수 $x(t)$를 미분해 순간속도 $v(t)$를 구하고, 부호로 운동 방향을 판단하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값:

$x(t) = 7 + 9t - 2t^3$, $t = 3s$

구해야 할 값:

순간속도 $v(3)$

주의할 조건:

위치 x와 속도 $v = \frac{dx}{dt}$를 구분해야 하며, 속도의 음수 부호는 음의 x방향을 뜻한다.

사용할 공식

$v(t) = \frac{dx}{dt}$

이 공식을 쓰는 이유:

위치가 시간의 함수로 주어졌으므로 특정 시각의 속도는 위치를 시간에 대해 미분한 값으로 정해진다.

계산 과정

1. 위치함수를 미분하면 $v(t) = \frac{d}{dt}(7 + 9t - 2t^3) = 9 - 6t^2$이다.
2. $t = 3$을 대입하면 $v(3) = 9 - 6 \cdot 3^2 = 9 - 54 = -45$이다.
3. 따라서 속도는 $-45m/s$이고, 방향은 음의 x방향이다.

NoteBase

선지별 해설

① X
"3"이 틀렸다. 속도는 위치함수를 미분해서 구하므로 $v(3) = -45$이다. 올바르게는 "음의 x방향으로 45"이다. 이 값은 t^3을 잘못 미분해 $9 - 2t$로 두는 실수에서 나오는 오답이다.

② X
"양의 x방향"과 "20"이 틀렸다. 20은 $x(3) = 7 + 27 - 54 = -20$에서 위치의 크기만 본 값이므로 속도가 아니다. 올바르게는 "음의 x방향으로 45"이다.

③ X
"20"이 틀렸다. -20은 $t = 3$에서의 위치 $x(3)$이고, 문제는 속도를 묻는다. 올바르게는 "음의 x방향으로 45"이다.

④ O
$v(3) = -45$이므로 속도의 크기는 $45 m/s$, 방향은 음의 x방향이다. 따라서 ④가 맞다.

오답 포인트

이 문항의 함정은 위치 $x(3)$와 속도 $v(3)$를 섞는 데 있다. -20은 위치값이고 -45는 속도값이다. 또 음수 부호를 빼먹으면 방향 판단이 뒤집힌다.

다시 나오면 이렇게 판단

위치함수가 주어지면 먼저 미분해서 속도함수를 만들고, 그다음 시각을 대입한 뒤 마지막에 부호로 방향을 읽는다. 위치값 $x(t)$와 속도값 $v(t)$를 끝까지 분리하면 된다.

암기 포인트

$x(t)$가 주어지면 속도는 $v(t) = x'(t)$이고, $v < 0$이면 음의 x방향이다.

NoteBase

문 12. 60 Hz, 220 V 교류전원에서 1000 W의 전력을 소비하는 전열기를 60 Hz, 110 V 교류전원에 연결하였을 때 소비하는 전력[W]은?

① 100
② 250
③ 500
④ 1000

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 저항이 일정한 전열기의 소비전력이 전압의 제곱에 비례한다는 관계를 이용해 새로운 전력을 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 220V에서 1000W이다.
구해야 할 값: 110V에서의 소비전력이다.
주의할 조건: 전열기는 저항성 부하이므로 저항 R은 일정하고, 소비전력은 $P = V^2/R$로 계산한다. 주파수는 두 경우 모두 60Hz이므로 이 계산에 영향을 주지 않는다.

사용할 공식

사용 공식은 $P = V^2/R$이다.
이 공식을 쓰는 이유는 전열기가 저항성 부하이어서 저항이 일정하고, 같은 기기에 공급 전압만 바뀌었기 때문이다.

계산 과정

먼저 전열기의 저항은 $R = V^2/P = 220^2/1000 = 48.4\Omega$이다.
따라서 110V에서의 소비전력은 $P = 110^2/48.4 = 250W$이다.
같은 뜻으로 전압이 220V에서 110V로 절반이 되면 전력은 전압의 제곱에 비례하므로 $(1/2)^2 = 1/4$배가 되어 $1000 \times 1/4 = 250W$가 된다.

NoteBase

선지별 해설

① X
틀린 표현은 '110V에서 100W를 소비한다'이다. 저항이 일정한 전열기의 전력은 전압에 비례하지 않고 전압의 제곱에 비례하므로 계산값은 100W가 아니라 250W이다.

② O
220V에서 1000W이던 전열기는 전압을 절반인 110V로 낮추면 소비전력이 1/4배가 된다. 따라서 $1000/4 = 250W$이므로 옳다.

③ X
틀린 표현은 '110V에서 500W를 소비한다'이다. 이는 전력이 전압에 정비례한다고 잘못 본 값이다. 올바르게는 전압이 절반이면 전력은 절반이 아니라 1/4이므로 250W이다.

④ X
틀린 표현은 '110V에서도 1000W를 소비한다'이다. 같은 전력을 유지하려면 전압이 아니라 저항이나 전류 조건이 달라져야 한다. 같은 전열기를 더 낮은 전압에 연결하면 소비전력은 줄어들며, 올바르게는 250W이다.

오답 포인트

가장 흔한 함정은 전력을 전압에 정비례한다고 보고 500W를 고르는 것이다. 이 문항은 저항이 일정한 전열기에서는 $P \propto V^2$라는 점을 묻고 있으므로, 전압을 절반으로 낮추면 전력은 절반이 아니라 1/4로 줄어든다.

다시 나오면 이렇게 판단

같은 전열기처럼 저항이 일정한 기기에서 전압만 바뀌면 먼저 저항성 부하인지 확인하고, 그다음 $P = V^2/R$ 또는 전력의 전압 제곱비를 적용해 판단한다.

암기 포인트

저항 일정 전열기에서는 전압이 절반이면 전력은 1/4이다.

NoteBase

문 13. 두 물체 A와 B의 질량과 비열이 각각 m_A, c_A와 m_B, c_B이다. 이 두 물체에 각각 같은 열량을 가한다면, 두 물체의 온도 변화의 비 $\Delta t_A : \Delta t_B$는? (단, 주입된 열 이외의 열출입과 물체의 열팽창은 무시한다)

① $c_B : c_A$

② $m_B : m_A$

③ $c_A m_A : c_B m_B$

④ $c_B m_B : c_A m_A$

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 같은 열량이 가해질 때 온도 변화가 질량과 비열의 곱에 어떻게 반비례하는지를 $Q = mc\Delta t$로 판단하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: A의 질량 m_A, 비열 c_A, B의 질량 m_B, 비열 c_B이다.
구해야 할 값: $\Delta t_A : \Delta t_B$이다.
주의할 조건: 두 물체에 가해진 열량이 같으므로 $Q_A = Q_B$이다.

사용할 공식

공식: $Q = mc\Delta t$, 따라서 $\Delta t = \frac{Q}{mc}$이다.
이 공식을 쓰는 이유: 온도 변화는 받은 열량을 질량과 비열로 나눈 값이므로, 같은 열량에서는 mc가 클수록 온도 변화가 작고 mc가 작을수록 온도 변화가 크다.

계산 과정

1. A에는 $Q = m_A c_A \Delta t_A$, B에는 $Q = m_B c_B \Delta t_B$가 성립한다.
2. 두 물체에 가해진 열량이 같으므로 $m_A c_A \Delta t_A = m_B c_B \Delta t_B$이다.
3. 이를 비로 정리하면 $\Delta t_A : \Delta t_B = m_B c_B : m_A c_A$이다.

NoteBase

선지 판단

① X: $c_B : c_A$는 질량 m_A, m_B가 빠져 있다. 틀린 표현은 비열만으로 온도 변화의 비를 정한 부분이며, 올바르게는 $m_B c_B : m_A c_A$이다.
② X: $m_B : m_A$는 비열 c_A, c_B가 빠져 있다. 틀린 표현은 질량만으로 온도 변화의 비를 정한 부분이며, 올바르게는 $m_B c_B : m_A c_A$이다.
③ X: $c_A m_A : c_B m_B$는 반비례 관계를 정비례처럼 적어 비가 거꾸로 되었다. 틀린 표현은 A쪽에 $c_A m_A$를 앞에 둔 부분이며, 올바르게는 $c_B m_B : c_A m_A$이다.
④ O: 같은 열량에서는 Δt가 mc에 반비례하므로 $\Delta t_A : \Delta t_B = c_B m_B : c_A m_A$가 맞다.

오답 포인트

같은 열량 조건을 보면 Δt가 mc에 반비례한다는 점을 바로 떠올려야 한다. 이를 놓치면 ③처럼 비를 뒤집거나, ①·②처럼 질량이나 비열 한 요소만 보고 답을 고르게 된다.

다시 나오면 이렇게 판단

열량과 온도 변화의 비를 묻는 문제는 먼저 $Q = mc\Delta t$를 세우고, 무엇이 같은지 확인한 뒤 남는 변수에 대해 정비례인지 반비례인지 판단하면 된다. 같은 Q이면 $\Delta t \propto \frac{1}{mc}$이다.

암기 포인트

같은 열량이면 온도 변화는 mc에 반비례한다.

NoteBase

문 14. 부피 V_0인 행성 A의 표면에서 중력가속도를 g_0라 할 때, 행성 A와 밀도는 같고 그 부피가 $8V_0$인 행성 B 표면에서 중력가속도는? (단, 행성들은 내부 밀도가 균일한 구형이며, 외부 천체에 의한 상호작용과 행성의 자전운동은 없다고 가정한다)

① 1.0 g_0

② 1.5 g_0

③ 2.0 g_0

④ 4.0 g_0

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 균일한 구형 행성의 표면 중력가속도가 반지름에 어떻게 비례하는지를 이용해 값을 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값은 행성 A의 부피가 V_0, 표면 중력가속도가 g_0라는 점과 행성 B의 부피가 $8V_0$, 밀도가 A와 같다는 점이다.
구해야 할 값은 행성 B의 표면 중력가속도이다.
주의할 조건은 두 행성이 모두 내부 밀도가 균일한 구형이라는 점이다.

사용할 공식

표면 중력가속도는 $g = \frac{GM}{R^2}$이다.
또한 균일한 구에서 $M = \rho V = \rho \cdot \frac{4}{3}\pi R^3$이므로 $g = \frac{4}{3}\pi G\rho R$가 된다.
이 공식을 쓰는 이유는 문제에서 두 행성의 밀도가 같고 모양이 균일한 구형이라고 주어졌으므로, 표면 중력가속도가 반지름 R에 비례한다는 관계를 바로 쓸 수 있기 때문이다.

계산 과정

1. 부피가 $8V_0$이면 반지름은 $R_B^3 = 8R_A^3$이므로 $R_B = 2R_A$이다.
2. 두 행성의 밀도가 같으므로 $g \propto R$이다.
3. 따라서 $g_B = 2g_A = 2g_0$이다.

NoteBase

선지별 해설

① X
$1.0g_0$는 밀도가 같으면 중력가속도도 같다고 오해한 값이다. 균일한 구형 행성에서는 같은 밀도일 때 $g \propto R$이므로 반지름이 2배인 B의 중력가속도는 같지 않다. 틀린 표현은 '변화 없음'이며, 올바르게는 '반지름이 2배이므로 g도 2배'이다.

② X
$1.5g_0$가 나올 근거는 없다. 부피가 8배이면 반지름은 세제곱근을 취해 정확히 2배가 되어야 한다. 틀린 표현은 '부피 8배에서 중력가속도가 1.5배'이며, 올바르게는 '부피 8배에서 반지름 2배, 중력가속도 2배'이다.

③ O
$R_B = 2R_A$, 밀도 동일이므로 $g_B = 2g_A = 2.0g_0$이다. 계산 결과와 일치하므로 옳다.

④ X
$4.0g_0$는 질량이 8배라는 사실만 보고 반지름 제곱 R^2의 효과를 제대로 반영하지 않은 값이다. 실제로는 $g \propto \frac{8}{2^2} = 2$이다. 틀린 표현은 '질량 8배이므로 중력가속도 4배'이며, 올바르게는 '질량 8배와 반지름 2배를 함께 반영하면 중력가속도는 2배'이다.

오답 포인트

밀도가 같다는 조건을 보면 질량도 같다고 착각하거나, 부피 8배를 반지름 8배로 잘못 바꾸기 쉽다. 이 문제의 함정은 부피와 반지름의 관계가 $V \propto R^3$라는 점과 표면 중력가속도에서 분모의 R^2를 끝까지 반영해야 한다는 점이다.

다시 나오면 이렇게 판단

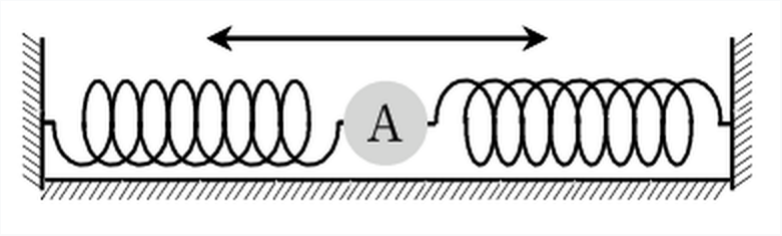
균일한 구형 천체에서 밀도가 같으면 먼저 부피로 반지름 비를 구하고, 그다음 $g = \frac{GM}{R^2}$ 또는 $g \propto R$를 적용해 판단한다. 같은 밀도 조건에서는 표면 중력가속도가 반지름에 비례한다고 정리하면 빠르게 풀린다.

암기 포인트

균일한 구형 천체에서 같은 밀도이면 $g \propto R$, 그리고 $V \propto R^3$이다.

NoteBase

문 15. 그림과 같이 두 개의 동일한 이상적인 용수철에 연결된 물체 A가 각진동수 10rad/s로 수평면에 평행한 방향으로 진동하고 있다. 물체 A의 질량이 4배로 증가한다면 각진동수[rad/s]는? (단, 용수철의 질량과 모든 마찰은 무시한다)



① 20

② 10

③ 5

④ 2.5

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 양쪽에 같은 용수철이 연결된 단진동계의 유효 용수철상수와 각진동수 ω의 질량 의존성을 묻는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 처음 각진동수는 $10rad/s$이다.
구해야 할 값: 질량이 4배가 되었을 때의 새로운 각진동수이다.
주의할 조건: 같은 용수철 두 개가 양쪽에서 복원력을 주므로 유효 용수철상수는 $2k$가 된다.

사용할 공식

사용할 공식은 $\omega = \sqrt{\frac{k_{\text{eff}}}{m}}$ 이다.
이 공식을 쓰는 이유는 질량-용수철 단진동의 각진동수는 유효 용수철상수와 질량으로 결정되고, 이 문제에서는 양쪽 용수철의 복원력이 합쳐져 $k_{\text{eff}} = 2k$가 되기 때문이다.

계산 과정

처음 상태에서는 $10 = \sqrt{\frac{2k}{m}}$ 이다.
질량이 $4m$으로 증가하면 새로운 각진동수는 $\omega' = \sqrt{\frac{2k}{4m}} = \frac{1}{2}\sqrt{\frac{2k}{m}}$ 이다.
따라서 $\omega' = \frac{1}{2} \times 10 = 5rad/s$ 이다.

NoteBase

선지 판단

① X: 20rad/s는 계산 결과와 다르다. 질량이 커지면 각진동수는 커지지 않고 $\omega \propto 1/\sqrt{m}$에 따라 감소한다. 틀린 값 20이 아니라 올바르게는 5rad/s이다.
② X: 10rad/s는 질량 변화가 없다고 본 값이다. 질량이 4배가 되면 각진동수는 그대로가 아니라 절반으로 줄어든다. 틀린 값 10이 아니라 올바르게는 5rad/s이다.
③ O: 질량이 4배가 되면 각진동수는 $1/\sqrt{4} = 1/2$배가 되므로 $10 \rightarrow 5 rad/s$가 된다.
④ X: 2.5rad/s는 질량 4배 증가를 각진동수 1/4배 감소로 잘못 처리한 값이다. 각진동수는 질량에 반비례가 아니라 질량의 제곱근에 반비례한다. 틀린 값 2.5가 아니라 올바르게는 5rad/s이다.

오답 포인트

질량이 4배이면 각진동수도 1/4배가 된다고 착각하기 쉽다. 이 문제의 핵심 함정은 $\omega \propto 1/m$이 아니라 $\omega \propto 1/\sqrt{m}$라는 점과, 양쪽 용수철의 유효 용수철상수가 $2k$라는 점을 동시에 놓치는 데 있다.

다시 나오면 이렇게 판단

양쪽 용수철 문제는 먼저 유효 용수철상수를 합쳐 k_{eff}를 정리하고, 그다음 $\omega = \sqrt{k_{\text{eff}}/m}$에서 어떤 물리량이 몇 배 변했는지 비례식으로 판단하면 된다. 질량 변화는 항상 제곱근까지 반영해서 본다.

암기 포인트

질량-용수철 단진동의 각진동수는 $\omega \propto \sqrt{k/m}$ 이므로 질량 4배는 각진동수 1/2배이다.

NoteBase

문 16. 27°C, 1기압의 조건에서 존재하는 어떤 이상 기체의 부피가 12L이다. 이 이상 기체의 상태가 127°C, 3기압으로 변화하였을 때, 이 이상 기체의 부피[L]에 가장 가까운 값은? (단, 상태변화 전후에 이상 기체 내 분자 개수는 변화하지 않는다고 가정하며, 기체 상수는 0.0821L·atm/mol·K이다)

① 2.6

② 5.3

③ 13.6

④ 19.2

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 분자 수가 일정한 이상 기체에 대해 결합기체법칙 $\frac{P_1V_1}{T_1} = \frac{P_2V_2}{T_2}$를 적용하여 최종 부피를 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 초기 압력 $1atm$, 초기 부피 $12L$, 초기 온도 $27^\circ C = 300K$
변화 후 값: 최종 압력 $3atm$, 최종 온도 $127^\circ C = 400K$
구해야 할 값: 최종 부피 V_2
주의할 조건: 섭씨온도는 그대로 쓰지 않고 절대온도 K로 바꾸어야 하며, 분자 수가 일정하므로 결합기체법칙을 쓴다.

사용할 공식

공식: $\frac{P_1V_1}{T_1} = \frac{P_2V_2}{T_2}$
이 공식을 쓰는 이유: 상태변화 전후에 이상 기체의 분자 수가 같으므로 PV/T가 일정하게 유지된다.

계산 과정

1. 온도를 절대온도로 바꾸면 $T_1 = 300K$, $T_2 = 400K$이다.
2. 공식을 $V_2 = \frac{P_1V_1T_2}{P_2T_1}$로 정리한다.
3. 값을 대입하면 $V_2 = \frac{(1atm)(12L)(400K)}{(3atm)(300K)} = \frac{4800}{900}L \approx 5.33L$이다.
4. 따라서 가장 가까운 값은 5.3이다.

NoteBase

선지별 해설

① X: 2.6L는 계산 결과 5.33L와 맞지 않는다. 압력 증가만 크게 보고 온도 상승 효과를 충분히 반영하지 못한 값이다. 틀린 수치 → 올바르게는 5.3L 부근이다.
② O: 계산 결과가 5.33L이므로 5.3이 가장 가깝다.
③ X: 13.6L는 계산 결과보다 훨씬 크다. 온도 상승만 보고 압력이 1atm에서 3atm으로 커진 조건을 반영하지 않으면 이런 방향의 오답이 나온다. 틀린 수치 → 올바르게는 5.3L 부근이다.
④ X: 19.2L는 압력 증가 효과를 거의 무시한 값이므로 틀리다. 온도 상승으로 부피가 늘 수는 있지만 압력이 3배가 되므로 최종 부피는 오히려 초기 12L보다 작아진다. 틀린 수치 → 올바르게는 5.3L 부근이다.

오답 포인트

섭씨온도 27, 127을 그대로 넣거나, 온도 변화만 보고 압력 변화를 빼먹으면 오답이 된다. 이 문항의 핵심 함정은 온도는 K로 바꾸고 압력과 부피의 역비 관계를 함께 반영해야 한다는 점이다.

다시 나오면 이렇게 판단

분자 수가 일정한 이상 기체 상태변화 문제는 먼저 섭씨를 K로 바꾸고, 그다음 $\frac{P_1V_1}{T_1} = \frac{P_2V_2}{T_2}$를 세워 미지수를 정리한 뒤 계산값이 초기값보다 커지는지 작아지는지까지 검산한다.

암기 포인트

분자 수 일정한 이상 기체는 PV/T 일정이며, 온도는 반드시 K로 바꾸어 계산한다.

NoteBase

문 17. 표면 전하 밀도 σ로 균일하게 대전된 무한히 넓은 평면 도체 판이 있다. 이 도체 판으로부터 1 m 떨어진 곳에서 전기장의 크기는 10 m 떨어진 곳에서 전기장의 크기의 몇 배인가?

① 1
② $\sqrt{10}$
③ 10
④ 100

정답 1번

출제 포인트

이 문제는 무한히 넓은 평면 도체판의 전기장이 거리와 무관하다는 성질을 이용해 두 위치의 전기장 크기 비를 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값:
- 표면 전하 밀도는 σ이다.
- 도체판에서의 거리만 각각 $1m$, $10m$로 다르다.

구해야 할 값:
- $1m$ 떨어진 곳의 전기장이 $10m$ 떨어진 곳 전기장의 몇 배인지이다.

주의할 조건:
- 무한히 넓은 평면 도체판은 점전하처럼 거리에 따라 전기장이 약해지지 않는다.

사용할 공식

무한히 넓은 평면 도체판 바로 바깥의 전기장 크기는 $E = \sigma/\varepsilon_0$이다.
이 공식을 쓰는 이유:
문제가 점전하나 선전하가 아니라 무한 평면 도체판을 주었으므로, 전기장은 거리 r의 함수가 아니라 표면 전하 밀도로만 결정된다.

계산 과정

1. 도체판에서 $1m$ 떨어진 곳의 전기장 크기는 $E_1 = \sigma/\varepsilon_0$이다.
2. 도체판에서 $10m$ 떨어진 곳의 전기장 크기도 $E_{10} = \sigma/\varepsilon_0$이다.
3. 따라서 비는 $E_1/E_{10} = (\sigma/\varepsilon_0)/(\sigma/\varepsilon_0) = 1$이다.

NoteBase

선지별 해설

① O
- 계산 결과 비는 1이다. 무한 평면 도체판의 전기장은 거리와 무관하므로 정답이다.

② X
- $\sqrt{10}$은 이 문제의 전기장 비가 아니다. 무한 평면 도체판에서는 E가 거리의 제곱근이나 어떤 거듭제곱에 반비례하지 않는다.
- 틀린 표현은 거리 변화에 따라 전기장이 달라진다고 본 점이다. 올바르게는 두 위치 모두 전기장 크기가 같으므로 비는 1이다.

③ X
- 10은 $E \propto 1/r$ 같은 관계를 잘못 적용할 때 나올 수 있는 값이다. 이는 무한 직선 전하에서 나타나는 거리 의존성이지, 무한 평면 도체판에는 해당하지 않는다.
- 틀린 표현은 거리가 10배 멀어지면 전기장이 10배 달라진다고 본 점이다. 올바르게는 거리와 무관하여 비는 1이다.

④ X
- 100은 $E \propto 1/r^2$인 점전하 공식을 적용했을 때 나오는 값이다. 이는 구대칭 전하분포의 성질이며 무한 평면 도체판의 전기장에는 맞지 않는다.
- 틀린 표현은 평면 도체판을 점전하처럼 본 점이다. 올바르게는 전기장이 일정하므로 비는 1이다.

오답 포인트

전하분포의 대칭성을 구분하지 못하면 점전하의 $1/r^2$, 선전하의 $1/r$ 공식을 습관적으로 대입하게 된다. 이 문항의 함정은 '전기장'이라는 말만 보고 거리 의존 공식을 자동으로 떠올리는 데 있다.

다시 나오면 이렇게 판단

전기장 비를 묻는 문제는 먼저 전하분포가 점대칭인지, 선대칭인지, 평면대칭인지부터 구분한다. 무한 평면이면 전기장은 거리와 무관하다고 판단하면 된다.

암기 포인트

점전하는 $1/r^2$, 무한 선전하는 $1/r$, 무한 평면은 거리와 무관하다.

NoteBase

문 18. 정지해 있던 양성자가 전위차 8000 V에 의하여 가속되어 금속 표면에 충돌한다. 이 충돌에 의하여 광자 1개가 생성된다면 그 광자가 가질 수 있는 최소 파장[nm]에 가장 가까운 값은? (단, 양성자의 전하량은 1.6×10^{-19}C, 플랑크 상수는 6.6×10^{-34}J · s, 진공에서 빛의 속력은 3.0×10^{8}m/s이다)

① 0.15

② 1.5

③ 15

④ 150

정답 1번

출제 포인트

이 문제는 가속 전위차로 얻은 양전자의 운동에너지가 광자 1개의 에너지로 바뀐다고 보고 최소 파장을 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값은 전위차 8000 V, 양전자의 전하량 $e = 1.6 \times 10^{-19}C$, 플랑크 상수 $h = 6.6 \times 10^{-34}J \cdot s$, 빛의 속력 $c = 3.0 \times 10^{8}m/s$이다.
구해야 할 값은 생성된 광자 1개의 최소 파장이다.
최소 파장은 양전자의 운동에너지가 광자 1개에 모두 전환될 때 얻어진다.

사용할 공식

가속된 전하가 얻는 운동에너지는 $K = qV$이고, 광자 에너지는 $E = hf = hc/\lambda$이다.
따라서 최소 파장은 $qV = hc/\lambda_{\min}$에서 $\lambda_{\min} = hc/(qV)$로 구한다.
이 공식을 쓰는 이유는 전위차가 입자에 준 에너지가 광자 1개가 가질 수 있는 최대 에너지를 정하고, 광자 에너지가 최대일 때 파장이 최소가 되기 때문이다.

계산 과정

1. 양전자가 얻는 운동에너지는 $K = qV = (1.6 \times 10^{-19})(8000) = 1.28 \times 10^{-15}J$이다.
2. 광자 1개의 에너지를 $E = hc/\lambda$라 두면 최소 파장은 에너지가 최대일 때 생기므로 $E = K$이다.
3. 따라서
$\lambda_{\min} = \frac{hc}{qV} = \frac{(6.6 \times 10^{-34})(3.0 \times 10^{8})}{1.28 \times 10^{-15}} \approx 1.55 \times 10^{-10}m$
이다.
4. $1nm = 10^{-9}m$이므로 $1.55 \times 10^{-10}m = 0.155nm$이다.
5. 가장 가까운 값은 0.15 nm이다.

NoteBase

선지 판단

① O: 계산 결과 최소 파장은 약 0.155 nm이므로 0.15 nm가 가장 가깝다.
② X: 1.5 nm는 최소 파장을 한 자리 크게 본 값이다. 틀린 표현은 '최소 파장이 1.5 nm이다'이고, 올바르게는 '최소 파장은 약 0.15 nm이다'이다.
③ X: 15 nm는 단위 변환에서 소수점을 크게 잘못 옮긴 값이다. 틀린 표현은 '최소 파장이 15 nm이다'이고, 올바르게는 '최소 파장은 약 0.15 nm이다'이다.
④ X: 150 nm는 에너지가 클수록 파장이 짧아진다는 관계를 놓친 값이다. 틀린 표현은 '최소 파장이 150 nm이다'이고, 올바르게는 '최소 파장은 약 0.15 nm이다'이다.

오답 포인트

전위차로 얻은 에너지를 구한 뒤 마지막 $m \rightarrow nm$ 변환에서 소수점을 잘못 옮기면 1.5, 15, 150 nm처럼 보기 좋은 오답이 만들어진다. 또한 광자 에너지가 클수록 파장이 짧아진다는 $E \propto 1/\lambda$ 관계를 놓치면 큰 파장을 고르기 쉽다.

다시 나오면 이렇게 판단

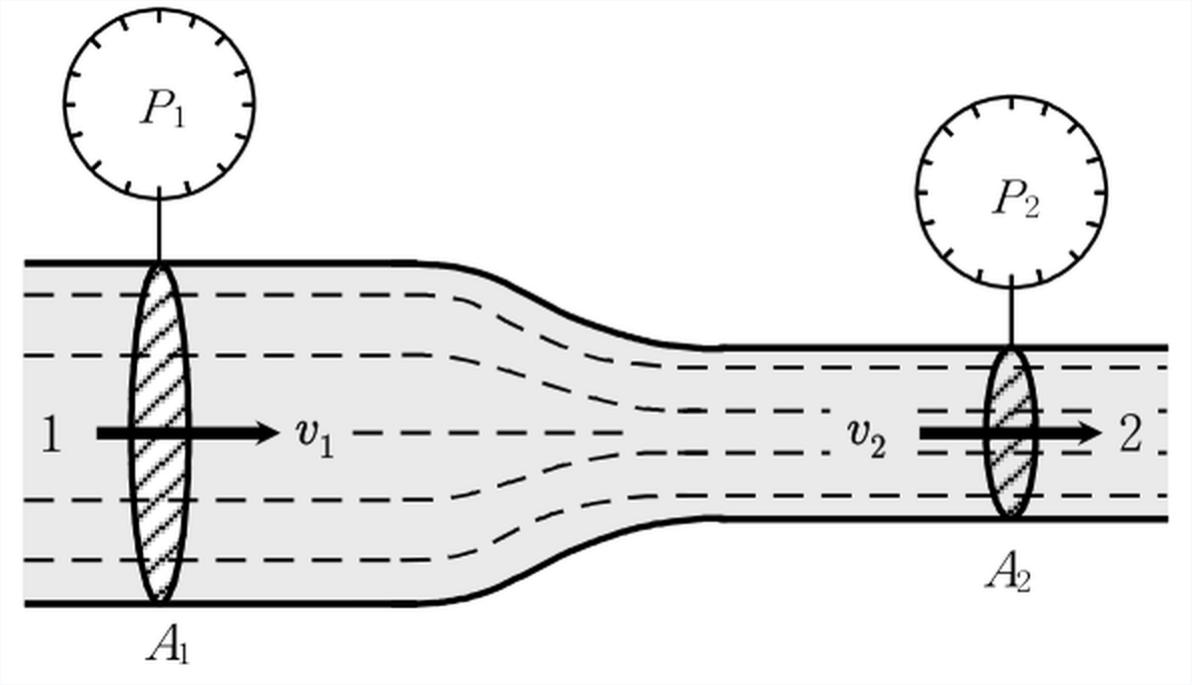
가속 전하가 광자를 만들면 먼저 qV로 입자의 운동에너지를 구하고, 그다음 $E = hc/\lambda$와 같게 두어 λ를 계산하면 된다. 마지막에는 $1nm = 10^{-9}m$ 변환을 다시 확인하면 된다.

암기 포인트

가속 전압이 만든 에너지 qV와 광자 에너지 hc/λ를 바로 연결하면 최소 파장은 $\lambda_{\min} = hc/(qV)$로 정리된다.

NoteBase

문 19. 그림과 같이 벤투리관에 밀도가 ρ인 비점성, 비압축성 유체가 1지점에서 속력 v_1으로 유입되어 2지점을 향해 흐르고 있다. 1, 2 각 지점에서 관의 단면적을 각각 A_1, A_2, 압력을 각각 P_1, P_2라 할 때, 2지점에서 유체의 속력 v_2를 A_1, A_2, P_1, P_2, ρ를 이용해 표현한 것으로 옳은 것은?



① $v_2 = A_1\sqrt{\frac{2(P_2 - P_1)}{\rho(A_1^2 - A_2^2)}}$
② $v_2 = A_1\sqrt{\frac{2(P_1 - P_2)}{\rho(A_1^2 - A_2^2)}}$
③ $v_2 = A_1\sqrt{\frac{2(P_1 - P_2)}{\rho(A_2^2 - A_1^2)}}$
④ $v_2 = A_1\sqrt{\frac{2(P_2 - P_1)}{\rho(A_2^2 - A_1^2)}}$

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 같은 높이의 벤투리관에서 연속방정식과 베르누이 방정식을 함께 써서 v_2를 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 1지점 단면적 A_1, 2지점 단면적 A_2, 압력 P_1, P_2, 밀도 ρ.
구해야 할 값: 2지점 속도 v_2.
주의할 조건: 비점성, 비압축성 유체이고 그림상 2지점이 더 좁으므로 $A_1 > A_2$, 따라서 연속방정식에 의해 $v_2 > v_1$이고 베르누이 방정식에 의해 $P_1 > P_2$이다.

NoteBase

사용할 공식

연속방정식은 $A_1 v_1 = A_2 v_2$이다.
베르누이 방정식은 같은 높이이므로 $P_1 + \frac{1}{2}\rho v_1^2 = P_2 + \frac{1}{2}\rho v_2^2$이다.
이 공식을 쓰는 이유는 관의 높이차가 보이지 않고, 비압축성 정상유동에서 단면적 변화에 따른 속도와 압력의 관계를 직접 연결할 수 있기 때문이다.

계산 과정

1. 연속방정식에서 $v_1 = \frac{A_2}{A_1} v_2$이다.
2. 이를 베르누이 방정식에 대입하면 $P_1 - P_2 = \frac{1}{2}\rho(v_2^2 - v_1^2) = \frac{1}{2}\rho v_2^2\left(1 - \frac{A_2^2}{A_1^2}\right)$이다.
3. 정리하면 $P_1 - P_2 = \frac{1}{2}\rho v_2^2 \frac{A_1^2 - A_2^2}{A_1^2}$이다.
4. 따라서 $v_2 = A_1\sqrt{\frac{2(P_1 - P_2)}{\rho(A_1^2 - A_2^2)}}$ 이다.

선지별 해설

① X: 식이 $v_2 = A_1\sqrt{\frac{2(P_2 - P_1)}{\rho(A_1^2 - A_2^2)}}$인데, 벤투리관의 좁은 부분에서는 속도가 더 크고 압력은 더 작으므로 $P_1 > P_2$가 되어야 한다. 틀린 표현은 $P_2 - P_1$이고, 올바르게는 $P_1 - P_2$이다.
② O: $v_2 = A_1\sqrt{\frac{2(P_1 - P_2)}{\rho(A_1^2 - A_2^2)}}$ 로 유도식과 정확히 일치한다. 연속방정식으로 v_1를 v_2로 바꾼 뒤 베르누이 방정식을 정리하면 이 형태가 된다.
③ X: 식이 $v_2 = A_1\sqrt{\frac{2(P_1 - P_2)}{\rho(A_2^2 - A_1^2)}}$인데, 분모가 $A_2^2 - A_1^2$이면 $A_1 > A_2$에서 음수가 되어 물리적으로 맞지 않는다. 틀린 표현은 분모 $A_2^2 - A_1^2$이고, 올바르게는 $A_1^2 - A_2^2$이다.
④ X: 식이 $v_2 = A_1\sqrt{\frac{2(P_2 - P_1)}{\rho(A_2^2 - A_1^2)}}$ 인데, 압력차 부호와 면적제곱 차의 순서가 모두 뒤집혀 있다. 틀린 표현은 $P_2 - P_1$, $A_2^2 - A_1^2$이고, 올바르게는 $P_1 - P_2$, $A_1^2 - A_2^2$이다.

오답 포인트

이 문항의 함정은 좁아진 관에서는 속도가 증가하고 압력은 감소한다는 방향성을 거꾸로 쓰는 실수와, $1 - \frac{A_2^2}{A_1^2} = \frac{A_1^2 - A_2^2}{A_1^2}$ 정리에서 분자 순서를 뒤집는 실수이다. ①은 압력차 부호 혼동, ③은 분모 정리 실수, ④는 두 실수가 동시에 들어간 선지이다.

다시 나오면 이렇게 판단

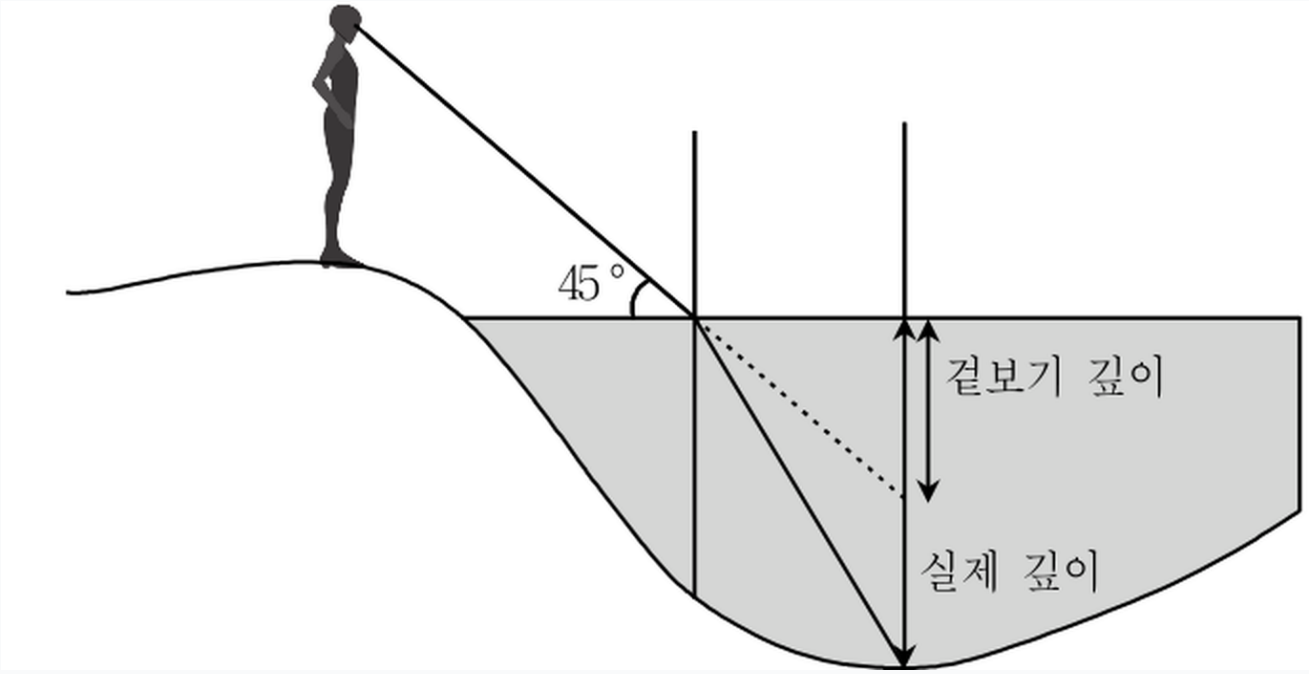
벤투리관 계산형은 먼저 연속방정식으로 속도 관계를 세우고, 그다음 베르누이 방정식에 대입해 압력차와 속도차의 부호가 맞는지 확인하면 된다. 좁은 단면에서는 v가 커지고 P가 작아진다는 방향성을 먼저 확정하면 선지의 부호 오류를 빠르게 걸러낼 수 있다.

암기 포인트

벤투리관은 단면적 감소 → 속도 증가 → 압력 감소이므로 $A \downarrow \Rightarrow v \uparrow \Rightarrow P \downarrow$이다.

NoteBase

문 20. 강둑에서 사람이 수면을 통하여 강바닥을 바라보고 있다. 이때 바라보고 있는 각도가 수면에 대하여 45°이고, 물의 실제 깊이가 $3m$라면 사람이 느끼는 강물의 깊이(겉보기 깊이)$[m]$는? (단, 물의 굴절률 $n=\sqrt{2}$로 한다)



① $\sqrt{2}$
② $\sqrt{3}$
③ 2
④ $\sqrt{5}$

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 스넬의 법칙으로 물속 광선의 굴절각을 구한 뒤, 그 각도로 형성되는 겉보기 깊이를 계산하는 문제이다.

조건 정리

- 주어진 값: 수면에 대한 관측각은 45도, 실제 깊이는 $3m$, 물의 굴절률은 $n=\sqrt{2}$이다.
- 구해야 할 값: 사람이 느끼는 겉보기 깊이이다.
- 주의할 조건: 스넬의 법칙의 각도는 수면이 아니라 법선에 대한 각도이므로, 공기 중 각도도 45도이다.

NoteBase

사용할 공식

$n_1 \sin\theta_1 = n_2 \sin\theta_2$

겉보기 깊이는 물속 점에서 굴절점까지의 수평거리 x를 먼저 구한 뒤, 공기 중 연장선의 기울기에서 $d' = x/\tan 45^\circ$로 계산한다.

이 공식을 쓰는 이유는 관측선이 수면에서 굴절되므로 실제 물속 광선의 각도와 공기 중에서 보이는 연장선의 각도를 나누어 계산해야 하기 때문이다.

계산 과정

1. 공기 중 광선의 법선에 대한 각도는 45도이므로 스넬의 법칙에서

$\sqrt{2}\sin\theta_{\text{water}} = \sin 45^\circ = \frac{\sqrt{2}}{2}$

이다.

2. 따라서

$\sin\theta_{\text{water}} = \frac{1}{2}$

이므로 $\theta_{\text{water}} = 30^\circ$이다.

3. 실제 깊이가 $3m$이므로 물속 광선의 수평거리는

$x = 3\tan 30^\circ = 3 \cdot \frac{1}{\sqrt{3}} = \sqrt{3}m$

이다.

4. 사람은 공기 중의 45도 직선을 그대로 연장해 바닥을 본다고 느끼므로 겉보기 깊이 d'는

$d' = \frac{x}{\tan 45^\circ} = \frac{\sqrt{3}}{1} = \sqrt{3}m$

이다.

NoteBase

선지별 해설

① X
- 계산된 겉보기 깊이는 $\sqrt{3}m$이므로 $\sqrt{2}m$는 맞지 않는다.
- 틀린 표현은 '겉보기 깊이가 $\sqrt{2}m$이다'이고, 올바르게는 '겉보기 깊이는 $\sqrt{3}m$이다'이다.

② O
- 스넬의 법칙으로 물속 각도를 30 °로 구하고, 수평거리 $x = \sqrt{3}m$를 얻은 뒤 공기 중 45도 연장선으로 환산하면 겉보기 깊이는 $\sqrt{3}m$가 된다.

③ X
- 계산 결과와 비교하면 $2m$는 실제 겉보기 깊이와 다르다.
- 틀린 표현은 '겉보기 깊이가 $2m$이다'이고, 올바르게는 '겉보기 깊이는 $\sqrt{3}m$이다'이다.

④ X
- 계산된 값은 $\sqrt{5}m$가 아니라 $\sqrt{3}m$이다.
- 틀린 표현은 '겉보기 깊이가 $\sqrt{5}m$이다'이고, 올바르게는 '겉보기 깊이는 $\sqrt{3}m$이다'이다.

오답 포인트

수면에 대한 45도를 그대로 물속 각도로 착각하거나, 겉보기 깊이를 단순히 실제 깊이에 굴절률만 나누는 문제로 처리하면 오답이 된다. 이 문항은 비스듬히 보는 상황이므로 먼저 물속 굴절각과 수평거리를 구해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

비스듬히 본 겉보기 깊이 문제는 먼저 각도가 법선 기준인지 확인하고, 스넬의 법칙으로 물속 각도를 구한 뒤 수평거리와 보이는 직선의 기울기에서 겉보기 깊이를 다시 만든다고 판단한다.

암기 포인트

겉보기 깊이 문제에서 수직 관측은 $d' = d/n$, 비스듬한 관측은 스넬의 법칙과 기하를 함께 써야 한다.

NoteBase