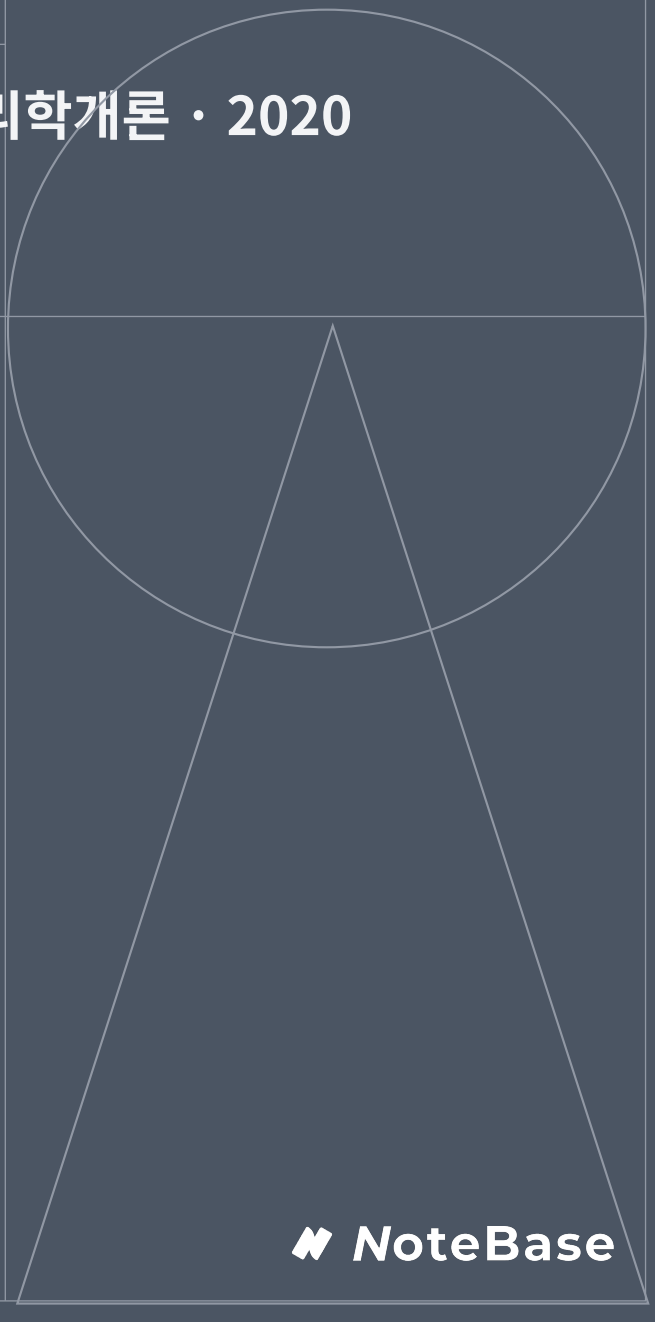
기출OX 해설집

공무원/소방/간부후보 · 물리학개론 · 2020



NoteBase

기출OX 해설집

공무원/소방/간부후보 · 물리학개론 · 2020

공무원/소방/간부후보 · 물리학개론 · 2020

문 1. 운동마찰계수가 0.1인 얼음판 위에서 물체가 수평 방향으로 5.0m/s의 속력으로 운동하기 시작하여 일정 거리를 진행한 후 정지하였다. 이 물체의 이동 거리는 몇 m인가? (단, 중력 가속도는 10m/s^2이며, 공기 저항은 무시한다.)

① 12.5

② 25

③ 37.5

④ 50

⑤ 62.5

정답 1번

출제 포인트

수평면에서 운동마찰력만 받는 물체의 감속도와 등가속도 직선운동 공식을 이용해 정지거리를 구하는 문제이다.

조건 정리

초기 속력은 $v_0 = 5.0m/s$이고, 운동마찰계수는 $\mu_k = 0.1$이다. 중력가속도는 $g = 10m/s^2$이며 공기 저항은 무시한다. 수평면이므로 수직항력의 크기는 $N = mg$이다.

사용할 공식

운동마찰력의 크기는 $f_k = \mu_k N = \mu_k mg$이므로 감속도의 크기는 $a = f_k/m = \mu_k g = 1.0m/s^2$이다. 정지할 때 최종 속도 v는 0이므로, 속도와 변위의 관계식 $v^2 = v_0^2 - 2as$를 사용한다.

계산 과정

정지 조건 $v = 0$을 대입하면 $0 = (5.0)^2 - 2(1.0)s$이다. 따라서 $s = 25/2 = 12.5m$이다.

NoteBase

선지 판단

① O: 계산한 정지거리가 $12.5m$이므로 옳다.
② X: 제시한 $25m$는 정지거리와 다르다. 25 m → 올바르게는 12.5 m이다. 이는 식의 2를 빠뜨리면 나오는 값이다.
③ X: 제시한 $37.5m$는 마찰에 의한 감속도 $1.0m/s^2$를 적용한 계산값과 다르다. 37.5 m → 올바르게는 12.5 m이다.
④ X: 제시한 $50m$는 계산값의 4배로, 등가속도 식을 잘못 적용한 값이다. 50 m → 올바르게는 12.5 m이다.
⑤ X: 제시한 $62.5m$는 계산값과 다르다. 62.5 m → 올바르게는 12.5 m이다.

오답 포인트

②처럼 $v^2 = 2as$의 계수 2를 빼뜨리면 정지거리를 두 배 크게 구한다. 운동마찰력은 진행 방향의 반대이므로, 속력은 일정하게 감소한다.

다시 나오면 이렇게 판단

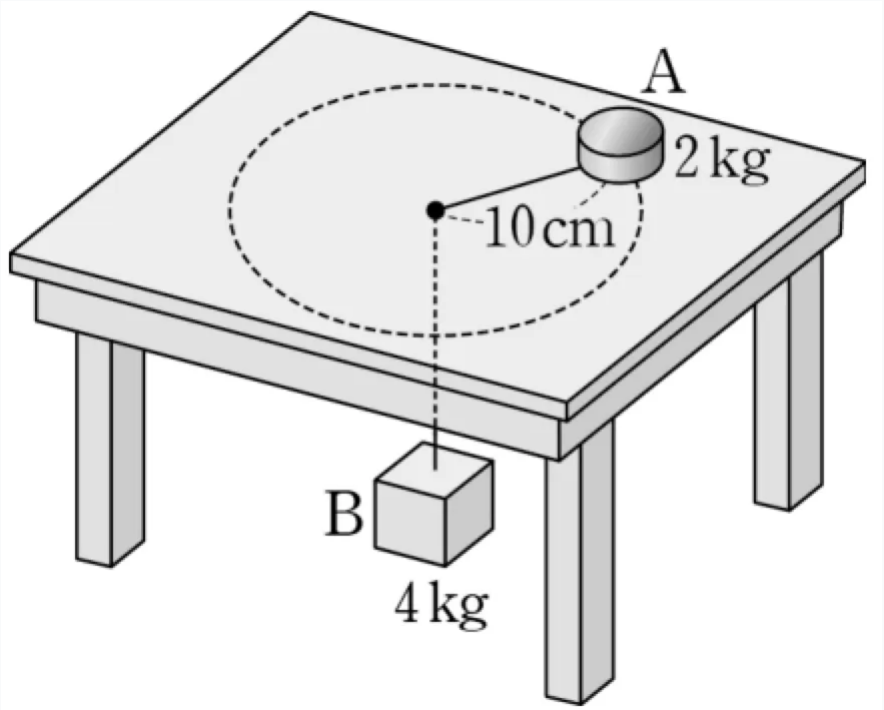
수평면에서 운동마찰력만 작용하면 먼저 $a = \mu_k g$로 감속도의 크기를 구한 뒤, 정지 조건 $v = 0$을 $v^2 = v_0^2 - 2as$에 대입해 거리를 계산한다.

암기 포인트

운동마찰로 멈출 때 정지거리: $s = \frac{v_0^2}{2\mu_k g}$이다.

NoteBase

문 2. 수평한 책상 위에서 질량 2kg인 물체 A가 질량 4kg인 물체 B와 실로 연결되어 반지름 10cm로 등속 원운동하는 것을 나타낸 그림이다. 물체 A의 구심 가속도는 몇 m/s^2인가? (단, 중력 가속도는 $10m/s^2$이고, 실의 질량 및 모든 마찰은 무시한다.)



① 20

② 40

③ 60

④ 80

⑤ 100

정답 1번

출제 포인트

매달린 물체가 만드는 실의 장력을 원운동하는 물체의 구심력으로 보고, 뉴턴의 운동 법칙으로 구심 가속도를 구하는 문제이다.

조건 정리

물체 A의 질량은 $2kg$이고, 물체 B의 질량은 $4kg$이다. 물체 A는 수평면에서 반지름 $10cm$의 등속 원운동을 하므로 실의 수평 장력이 A의 구심력이 된다. 물체 B는 높이가 변하지 않으므로 평형이며, 장력은 B의 무게와 같다.

NoteBase

사용할 공식

물체 B의 평형에서 $T = m_B g$이고, 물체 A의 구심 운동에서 $T = m_A a_c$이다. A에 작용하는 수평 방향 힘은 실의 장력뿐이므로 이 장력이 구심력이 된다.

계산 과정

1. 물체 B의 평형으로 $T = 4kg \times 10m/s^2 = 40N$이다.
2. 물체 A에 대해 $T = m_A a_c$이므로 $40N = 2kg \times a_c$이다.
3. 따라서 $a_c = 20m/s^2$이다.

선지 판단

① O: 계산값이 $20m/s^2$이므로 옳다.
② X: 제시값 $40m/s^2$은 장력 $40N$을 가속도로 잘못 본 값이다. 올바르게는 $20m/s^2$이다.
③ X: 제시값 $60m/s^2$은 $T = m_A a_c$를 만족하지 않는다. 올바르게는 $20m/s^2$이다.
④ X: 제시값 $80m/s^2$은 장력 $40N$과 A의 질량 $2kg$의 비와 일치하지 않는다. 올바르게는 $20m/s^2$이다.
⑤ X: 제시값 $100m/s^2$은 $40N = 2kg \times a_c$를 만족하지 않는다. 올바르게는 $20m/s^2$이다.

오답 포인트

장력의 단위는 N이고 가속도의 단위는 m/s^2이므로, 장력 $40N$을 그대로 가속도 $40m/s^2$로 둘 수 없다. 장력을 원운동 물체 A의 질량으로 나누어야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

연결된 물체 문제에서는 먼저 매달린 물체의 운동 상태로 장력을 구하고, 이어서 원운동 물체에 대해 $F_c = ma_c$를 적용한다.

암기 포인트

매달린 물체가 평형이면 $T = m_B g$, 원운동 물체의 구심 가속도는 $a_c = T/m_A$이다.

NoteBase

문 3. 마찰이 없는 수평면에서 용수철 상수가 100N/m인 용수철에 질량이 1kg인 추를 연결하고 20cm만큼 당긴 후 가만히 놓았다. 용수철의 길이가 평형 상태로 되었을 때 추의 속력은 몇 m/s인가? (단, 용수철의 질량은 무시한다.)

① 1

② 2

③ 4

④ 8

⑤ 16

정답 2번

출제 포인트

마찰이 없는 수평면에서 용수철의 탄성 퍼텐셜 에너지가 평형점에서 추의 운동 에너지로 전환되는 원리를 적용하는 문제이다.

조건 정리

용수철 상수는 $k = 100N/m$이고, 추의 질량은 $m = 1kg$이며, 평형 위치에서의 변위는 $x = 20cm = 0.20m$이다. 마찰이 없으므로 역학적 에너지가 보존된다.

사용할 공식

늘어난 상태에서는 탄성 퍼텐셜 에너지 $\frac{1}{2}kx^2$를 가지며, 평형 위치에서는 이 에너지가 운동 에너지 $\frac{1}{2}mv^2$가 된다. 따라서 $\frac{1}{2}kx^2 = \frac{1}{2}mv^2$를 사용한다.

계산 과정

$\frac{1}{2}(100)(0.20)^2 = \frac{1}{2}(1)v^2$

$2 = \frac{1}{2}v^2$

$v^2 = 4, \quad v = 2m/s$

평형 위치에서는 속력이 최대가 되며, 그 값은 $2m/s$이다.

NoteBase

선지 판단

① X: 속력은 $1m/s$가 아니다. 틀린 표현인 '1'은 올바르게는 $2m/s$이다. 이는 탄성 퍼텐셜 에너지를 절반으로 잘못 계산한 경우에 해당한다.
② O: 에너지 보존식으로 구한 평형 위치에서의 속력은 $2m/s$이다.
③ X: 속력은 $4m/s$가 아니다. 틀린 표현인 '4'는 올바르게는 $2m/s$이다. $v^2 = 4$에서 제곱근을 취하지 않고 $v = 4$로 둔 오류이다.
④ X: 속력은 $8m/s$가 아니다. 틀린 표현인 '8'은 올바르게는 $2m/s$이다. 변위 $0.20m$를 $20m$처럼 단위 변환 없이 처리하면 큰 오답값이 나온다.
⑤ X: 속력은 $16m/s$가 아니다. 틀린 표현인 '16'은 올바르게는 $2m/s$이다. 에너지식의 제곱 관계를 무시해 값을 과대평가한 결과이다.

오답 포인트

변위 20 cm를 반드시 $0.20m$로 바꾸어야 한다. 또한 에너지식으로 구한 값은 v^2이므로 마지막에 제곱근을 취해 속력 v를 구한다.

다시 나오면 이렇게 판단

마찰이 없고 용수철이 평형 위치를 지나는 상황에서는 '처음의 탄성 퍼텐셜 에너지 = 평형 위치의 운동 에너지'로 놓고, 변위를 미터 단위로 바꾼 뒤 속력의 제곱에 유의해 계산한다.

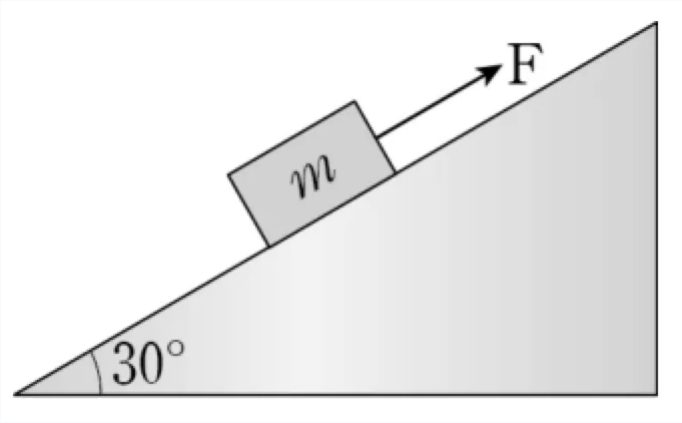
암기 포인트

용수철 진동의 최대 속력은 $v_{max} = x\sqrt{\frac{k}{m}}$이다. 평형 위치에서 속력이 최대이다.

NoteBase

문 4. 수평면과 30°의 경사를 가진 빗면에 놓인 질량이 m인 물체에 빗면에 평행한 방향으로 힘 F를 가하였더니 정지해 있는 것을 나타낸 그림이다.

빗면의 경사각이 60°로 증가할 때 물체가 정지해 있기 위해 빗면에 평행한 방향으로 가해 주어야 하는 힘은? (단, 빗면과 물체 사이의 마찰은 무시한다.)



① $\sqrt{2}F$
② $\sqrt{3}F$
③ $2F$
④ $\sqrt{6}F$
⑤ $2\sqrt{3}F$

정답 2번

출제 포인트

마찰이 없는 경사면에서 정지하려면 경사면 방향으로 가한 힘의 크기가 중력의 경사면 방향 성분 $mg\sin\theta$와 같아야 한다.

조건 정리

처음 경사각은 30 °이고, 물체는 힘 F를 경사면 위쪽으로 받아 정지한다. 마찰이 없으므로 경사면 아래쪽으로 작용하는 힘은 $mg\sin\theta$뿐이다. 경사각이 60 °가 된 뒤에도 정지하려면 위쪽 힘의 크기를 다시 $mg\sin 60\,^\circ$로 맞춰야 한다.

사용할 공식

경사면 방향의 평형 조건은 $F_{\parallel} = mg\sin\theta$이다. 중력 mg를 경사면에 나란한 방향으로 분해한 성분이 $mg\sin\theta$이므로, 마찰이 없을 때 이 성분을 위쪽 힘이 정확히 상쇄해야 한다.

NoteBase

계산 과정

1. 처음 30° 경사면에서 평형이므로 $F = mg\sin 30^\circ = \frac{mg}{2}$이다.
2. 따라서 $mg = 2F$이다.
3. 경사각이 60°일 때 필요한 힘은 $mg\sin 60^\circ = 2F \times \frac{\sqrt{3}}{2} = \sqrt{3}F$이다.

선지 판단

① X: 필요한 힘은 $\sqrt{2}F$가 아니라 $\sqrt{3}F$이다. $\sqrt{2}F$는 60°에서의 중력 성분 $mg\sin 60^\circ$를 올바르게 계산한 값이 아니다.

② O: $mg = 2F$이므로 $mg\sin 60^\circ = \sqrt{3}F$이다.

③ X: 필요한 힘은 $2F$가 아니라 $\sqrt{3}F$이다. $2F$는 중력의 크기 mg에 해당하며, 경사면 방향 성분이 아니다.

④ X: 필요한 힘은 $\sqrt{6}F$가 아니라 $\sqrt{3}F$이다. $\sqrt{6}F$는 $mg = 2F$를 60° 성분으로 분해하는 과정에서 나오지 않는다.

⑤ X: 필요한 힘은 $2\sqrt{3}F$가 아니라 $\sqrt{3}F$이다. $2\sqrt{3}F$는 $mg = 2F$에 $\sin 60^\circ$를 곱할 때 $\frac{1}{2}$를 빠뜨린 값이다.

오답 포인트

처음의 F를 새 경사각에서 그대로 쓰면 안 된다. F는 처음 30°에서의 경사면 방향 중력 성분이므로, 먼저 $mg = 2F$로 바꾼 뒤 60° 성분을 구해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

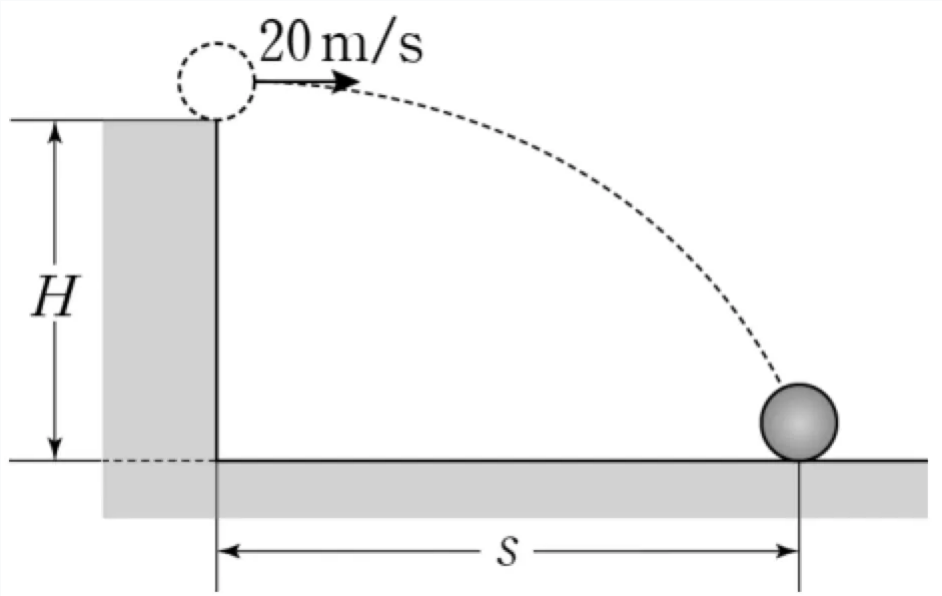
마찰 없는 경사면의 정지 문제는 경사면 방향만 보아 위쪽 힘=mgθ를 세운다. 기존 힘으로부터 mg를 구한 다음, 바뀐 각도의 $\sin\theta$를 대입하여 새 힘을 계산한다.

암기 포인트

마찰 없는 경사면의 평형: $F = mg\sin\theta$. 경사각이 커지면 $\sin\theta$가 커져 필요한 위쪽 힘도 커진다.

NoteBase

문 5. 높이 H인 곳에서 물체를 수평 방향으로 20m/s의 속력으로 던진 것을 나타낸 그림이다. 물체는 포물선 운동을 하여 2초 후에 수평 방향으로 s만큼 떨어진 지면에 도달하였다. 이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 모두 고른 것은? (단, 중력 가속도는 10m/s^2이며, 공기 저항은 무시한다.)



<보 기>

ㄱ. s는 40m이다.

ㄴ. H는 20m이다.

ㄷ. 던진 후 1초일 때 물체의 속력은 $10\sqrt{5}\,\text{m/s}$이다.

① ㄱ

② ㄷ

③ ㄱ, ㄴ

④ ㄴ, ㄷ

⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

정답 5번

출제 포인트

수평방향 등속도운동과 수직방향 자유낙하운동을 분리하여 수평거리, 낙하 높이, 속력을 구하는 문제이다.

조건 정리

초기 수평속도는 $20m/s$, 비행 시간은 $2s$, 중력가속도는 $10m/s^2$이다. 수평방향 가속도는 0이고, 수직방향 초기속도는 0이다.

NoteBase

사용할 공식

수평거리: $s = v_x t$
낙하 높이: $H = \frac{1}{2} g t^2$
속력: $v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2}$
수평·수직 운동은 서로 독립적이므로, 수평거리에는 수평속도를 쓰고 낙하 높이에는 수직방향 자유낙하 공식을 쓴다.

계산 과정

1. $s = 20 m/s \times 2 s = 40 m$이므로 ㄱ은 옳다.
2. $H = \frac{1}{2} \times 10 m/s^2 \times (2 s)^2 = 20 m$이므로 ㄴ은 옳다.
3. 던진 후 $1 s$에서 수평속도는 $v_x = 20 m/s$, 수직속도의 크기는 $v_y = gt = 10 m/s$이다. 따라서 $v = \sqrt{20^2 + 10^2}\, m/s = 10\sqrt{5}\, m/s$이므로 ㄷ도 옳다.

선지 판단

① X: ㄱ은 옳지만 ㄴ과 ㄷ도 옳다. 틀린 표현: 'ㄱ' → 올바르게는 'ㄱ, ㄴ, ㄷ 모두'이다.
② X: ㄷ은 옳지만 ㄱ과 ㄴ도 옳다. 틀린 표현: 'ㄷ' → 올바르게는 'ㄱ, ㄴ, ㄷ 모두'이다.
③ X: ㄱ과 ㄴ은 옳지만 ㄷ도 옳다. 틀린 표현: 'ㄱ, ㄴ' → 올바르게는 'ㄱ, ㄴ, ㄷ 모두'이다.
④ X: ㄴ과 ㄷ은 옳지만 ㄱ도 옳다. 틀린 표현: 'ㄴ, ㄷ' → 올바르게는 'ㄱ, ㄴ, ㄷ 모두'이다.
⑤ O: ㄱ, ㄴ, ㄷ이 모두 옳으므로 옳은 것만 고른 선택지이다.

오답 포인트

ㄷ에서 $1 s$ 후의 속력을 수직속도 $10 m/s$로만 판단하면 안 된다. 수평속도 $20 m/s$가 계속 남아 있으므로 두 성분을 직각으로 합성해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

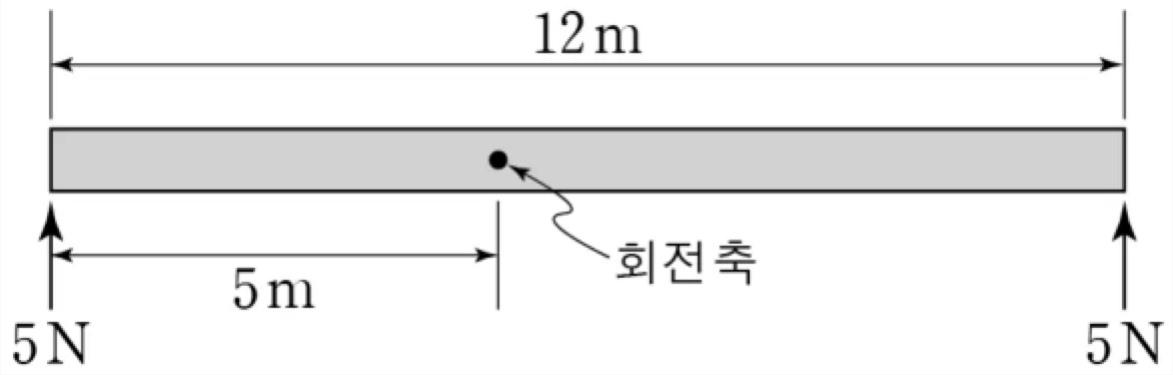
수평으로 던진 물체는 수평과 수직을 분리한다. 먼저 $s = v_x t$와 $H = \frac{1}{2} g t^2$를 적용하고, 어느 순간의 속력은 v_x와 $v_y = gt$를 피타고라스 정리로 합성해 판단한다.

암기 포인트

수평던지기: 가로는 등속, 세로는 자유낙하, 속력은 두 속도 성분의 합성이다.

NoteBase

문 6. 그림은 수평면 위에 놓인 길이가 12m이고 밀도가 균일한 막대에 수직으로 가해진 두 힘을 나타낸 것이다. 막대에 작용하는 알짜 돌림힘의 방향과 크기는? (단, 모든 마찰은 무시한다.)



① 시계 방향, 5N · m

② 시계 방향, 10N · m

③ 반시계 방향, 5N · m

④ 반시계 방향, 10N · m

⑤ 반시계 방향, 20N · m

정답 4번

출제 포인트

회전축에 대한 힘의 모멘트의 크기와 회전 방향을 합성하는 문제이다.

조건 정리

막대의 길이는 $12m$이고, 회전축은 왼쪽 끝에서 $5m$ 떨어져 있다. 왼쪽 끝의 $5N$ 힘은 회전축에서 $5m$ 떨어져 있고, 오른쪽 끝의 $5N$ 힘은 회전축에서 $7m$ 떨어져 있다. 두 힘은 모두 막대에 수직이므로 모멘트의 크기는 힘과 회전축까지의 거리의 곱으로 구한다.

사용할 공식

모멘트의 크기는 $\tau = Fr$이다. 힘과 막대가 수직이므로 $\tau = Fr\sin 90^\circ = Fr$가 된다. 왼쪽 끝에서 위로 미는 힘은 시계 방향, 오른쪽 끝에서 위로 미는 힘은 반시계 방향 모멘트를 만든다.

계산 과정

왼쪽 힘의 모멘트는 $5N \times 5m = 25N \cdot m$이며 시계 방향이다. 오른쪽 힘의 모멘트는 $5N \times 7m = 35N \cdot m$이며 반시계 방향이다. 따라서 알짜 돌림힘은 $35N \cdot m - 25N \cdot m = 10N \cdot m$이고, 방향은 반시계 방향이다.

NoteBase

선지 판단

① X. 알짜 돌림힘의 방향이 시계 방향이라는 표현이 틀리다. 올바르게는 반시계 방향이며, 크기도 $5N \cdot m$이 아니라 $10N \cdot m$이다.
② X. 알짜 돌림힘의 크기 $10N \cdot m$은 맞지만 방향이 시계 방향이라는 표현이 틀리다. 올바르게는 반시계 방향이다.
③ X. 알짜 돌림힘의 방향은 반시계 방향이지만 크기 $5N \cdot m$이 틀리다. 올바르게는 $10N \cdot m$이다. 이는 두 모멘트의 거리 차 $2m$를 반영하지 않은 값이다.
④ O. 오른쪽의 반시계 방향 모멘트 $35N \cdot m$이 왼쪽의 시계 방향 모멘트 $25N \cdot m$보다 $10N \cdot m$ 크므로, 알짜 돌림힘은 반시계 방향 $10N \cdot m$이다.
⑤ X. 알짜 돌림힘의 방향은 반시계 방향이지만 크기 $20N \cdot m$이 틀리다. 올바르게는 $10N \cdot m$이며, 서로 반대 방향인 두 모멘트는 더하지 않고 뺀다.

오답 포인트

두 힘이 모두 위쪽을 향하더라도 회전축의 어느 쪽에 작용하는지에 따라 회전 방향은 반대가 된다. 또한 모멘트의 크기는 막대 전체 길이가 아니라 회전축으로부터 각 힘이 작용하는 지점까지의 거리로 계산한다.

다시 나오면 이렇게 판단

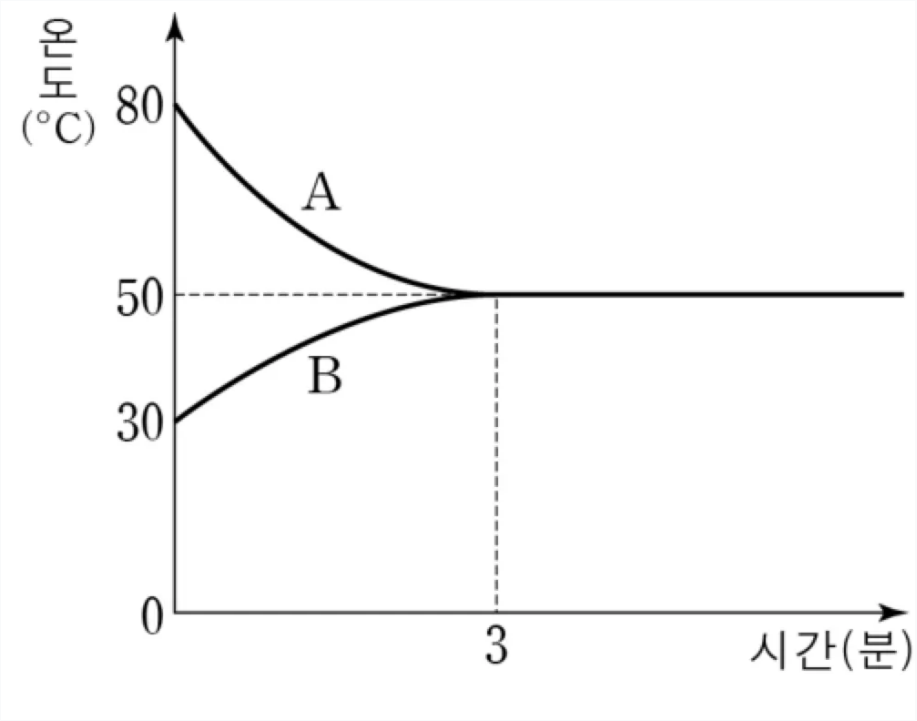
각 힘마다 회전축에서의 거리와 회전 방향을 먼저 정한 뒤 Fr를 계산한다. 같은 방향의 모멘트는 더하고 반대 방향의 모멘트는 큰 쪽에서 작은 쪽을 빼서 알짜 돌림힘의 방향을 정한다.

암기 포인트

돌림힘은 Fr, 방향은 회전축의 왼쪽·오른쪽과 힘의 방향을 함께 보아 판단한다.

NoteBase

문 7. 그림은 단열되지 않는 칸막이를 설치한 단열되는 상자에 질량이 같은 액체 A와 B를 각각 다른 칸에 넣은 뒤 시간에 따른 온도 변화를 나타낸 것이다. 3분일 때부터 온도 변화는 없다. 이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 모두 고른 것은?



<보기>

ㄱ. A는 B보다 비열이 크다.

ㄴ. A에서 B로 열에너지가 이동한다.

ㄷ. 3분일 때 열평형 상태에 도달한다.

① ㄱ

② ㄴ

③ ㄱ, ㄷ

④ ㄴ, ㄷ

⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 단열된 상자 속 질량이 같은 두 액체의 온도-시간 그래프를 읽어 열의 이동 방향, 비열의 크기, 열평형 여부를 판단하는 문제이다.

NoteBase

자료 읽는 순서

1. 세로축은 온도, 가로축은 시간이며 A는 80°C에서 50°C로 내려가고 B는 30°C에서 50°C로 올라간다.
2. 3분 이후 두 그래프는 모두 50°C에서 수평이므로 두 액체의 온도가 같고 더 이상 변하지 않는다.
3. 단열 상자에서는 A가 잃은 열량과 B가 얻은 열량이 같다는 조건을 보기와 연결한다.

핵심 근거

A의 온도 하강량은 30°C이고 B의 온도 상승량은 20°C이다. 질량이 같고 A가 잃은 열량과 B가 얻은 열량이 같으므로, 더 큰 온도 변화가 일어난 A의 비열이 더 작다. 따라서 B의 비열이 A보다 크다. 열은 온도가 높은 A에서 온도가 낮은 B로 이동한다.

선지별 해설

① X — ㄱ만 고른 선택지이다. 그래프에서 A는 30°C, B는 20°C 변한다. 같은 열량을 주고받고 질량이 같으므로 A의 비열이 더 작다. 틀린 표현 'A는 B보다 비열이 크다' → 올바르게는 'A는 B보다 비열이 작다'이다.
② X — ㄴ은 옳지만 ㄷ도 옳으므로 ㄴ만 고른 선택지는 정답이 아니다. 틀린 표현 'ㄴ만 옳다' → 올바르게는 'ㄴ, ㄷ이 옳다'이다.
③ X — ㄷ은 옳지만 ㄱ이 틀리므로 ㄱ, ㄷ을 함께 고른 선택지는 틀리다. 틀린 표현 'ㄱ, ㄷ' → 올바르게는 'ㄴ, ㄷ'이다.
④ O — A에서 B로 열에너지가 이동하고, 3분부터 두 액체는 같은 50°C에서 온도가 변하지 않으므로 ㄴ, ㄷ이 모두 옳다.
⑤ X — ㄱ이 틀리므로 ㄱ, ㄴ, ㄷ을 모두 고른 선택지는 틀리다. 틀린 표현 'ㄱ, ㄴ, ㄷ' → 올바르게는 'ㄴ, ㄷ'이다.

오답 포인트

A의 처음 온도가 더 높다는 사실과 비열의 크기를 혼동하기 쉽다. 비열은 처음 온도의 높이가 아니라 같은 열량을 주고받을 때의 온도 변화량으로 비교한다. 이 그래프에서는 A의 온도 변화량이 더 크므로 A의 비열이 더 작다.

다시 나오면 이렇게 판단

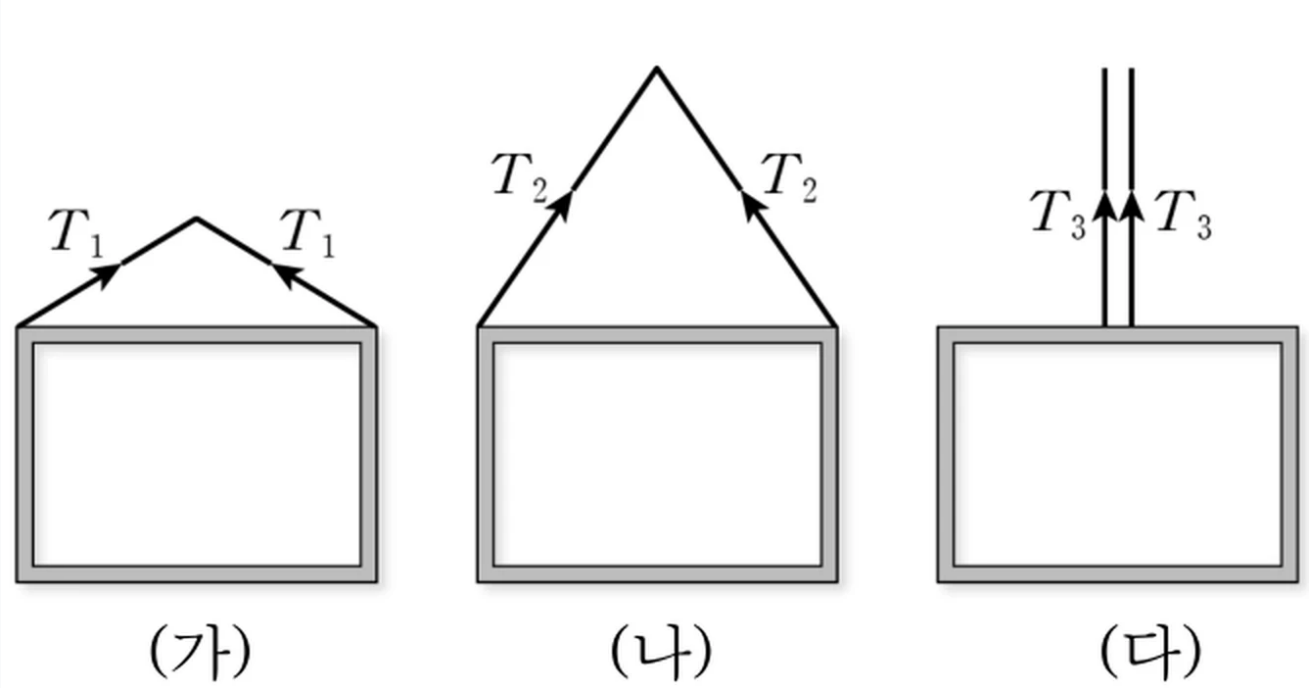
단열된 두 물체가 열을 주고받으면 먼저 온도 변화 방향으로 열의 이동 방향을 판단한다. 이어서 질량이 같을 때는 온도 변화량이 큰 쪽의 비열이 더 작다고 판단하고, 두 온도가 같아진 뒤 일정하면 열평형 상태로 판단한다.

암기 포인트

같은 열량·같은 질량이면 온도 변화량이 클수록 비열은 작다. 온도가 같고 더 이상 변하지 않으면 열평형이다.

NoteBase

문 8. (가)~(다)는 동일한 액자를 서로 다른 세 개의 방식으로 걸어 놓은 것을 나타낸 그림이다. 줄이 액자를 당기는 힘 T_1, T_2, T_3를 옳게 비교한 것은?



① $T_1 = T_2 = T_3$

② $T_1 > T_2 > T_3$

③ $T_2 > T_1 > T_3$

④ $T_3 > T_1 > T_2$

⑤ $T_3 > T_2 > T_1$

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 같은 무게의 액자를 두 줄이 대칭으로 지탱할 때, 장력의 수직 성분 합이 무게와 같아야 한다는 힘의 평형을 이용해 T_1, T_2, T_3의 크기를 비교하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 세 액자는 동일하므로 무게를 모두 W라고 둘 수 있다.
구해야 할 값: 세 방식에서 한 줄에 걸리는 장력 T_1, T_2, T_3의 크기 순서이다.
주의할 조건: 줄이 더 수평에 가까울수록 같은 무게를 버티기 위해 더 큰 장력이 필요하다.

NoteBase

사용할 공식

줄이 수평선과 이루는 각을 θ라고 하면 대칭인 두 줄의 수직 성분 평형은

$2T\sin\theta = W$

이므로

$T = \frac{W}{2\sin\theta}$

이다.

이 공식을 쓰는 이유: 액자는 정지해 있으므로 위쪽 수직 방향 힘의 합이 아래쪽 무게 W와 같아야 하고, 각 줄 장력 중 실제로 무게를 떠받치는 부분은 수직 성분 $T\sin\theta$이기 때문이다.

계산 과정

1. (가)는 줄이 가장 완만하므로 수평선과 이루는 각 θ_1이 가장 작다. 따라서 $\sin\theta_1$이 작아 $T_1 = \frac{W}{2\sin\theta_1}$은 가장 크다.
2. (나)는 줄이 (가)보다 더 가파르므로 $\theta_2 > \theta_1$이고, $\sin\theta_2 > \sin\theta_1$이다. 따라서 $T_2 = \frac{W}{2\sin\theta_2}$는 T_1보다 작다.
3. (다)는 두 줄이 수직이므로 각 줄의 장력이 그대로 수직 방향 힘이다. 따라서 $2T_3 = W$, 즉 $T_3 = \frac{W}{2}$이다.
4. $\sin\theta$의 최대값은 1이므로 기울어진 줄의 장력 $\frac{W}{2\sin\theta}$은 수직 줄의 $\frac{W}{2}$보다 크다. 따라서 $T_1 > T_2 > T_3$이다.

NoteBase

선지 판단

① X
- 세 액자의 무게는 같지만 줄의 방향이 다르므로 한 줄의 장력은 같지 않다. 틀린 표현 $T_1 = T_2 = T_3$ → 올바르게는 $T_1 > T_2 > T_3$이다.

② O
- (가)의 줄이 가장 수평에 가까워 수직 성분이 가장 작고, 같은 무게를 지탱하려면 T_1이 가장 커진다. (나)는 그보다 작고, (다)는 수직 줄이라 각 줄이 $W/2$만 담당하므로 가장 작다. 따라서 $T_1 > T_2 > T_3$이다.

③ X
- (나)가 (가)보다 줄이 더 가파르므로 같은 무게를 버티는 데 필요한 장력은 더 작다. 틀린 표현 $T_2 > T_1 > T_3$ → 올바르게는 $T_1 > T_2 > T_3$이다.

④ X
- 수직 줄인 (다)는 각 줄이 무게의 절반만 지탱하므로 세 경우 중 장력이 가장 작다. 틀린 표현 $T_3 > T_1 > T_2$ → 올바르게는 $T_1 > T_2 > T_3$이다.

⑤ X
- (다)의 수직 줄은 수평 성분이 없고 장력 전체가 무게를 지탱하므로 가장 효율적이다. 틀린 표현 $T_3 > T_2 > T_1$ → 올바르게는 $T_1 > T_2 > T_3$이다.

계산 결과 $T_1 > T_2 > T_3$이므로 정답은 2번이다.

오답 포인트

출제자가 노린 함정은 줄이 여러 개라서 무게가 단순히 똑같이 나뉜다고 생각하게 만드는 점이다. 실제로는 장력 전체가 아니라 장력의 수직 성분만 무게를 지탱한다. 줄이 수평에 가까우면 수직 성분이 작아지므로 오히려 장력 자체는 커진다.

다시 나오면 이렇게 판단

매달린 물체가 정지해 있으면 먼저 무게 W와 장력의 수직 성분 합을 비교한다. 같은 무게를 같은 개수의 줄이 지탱할 때 줄이 수직에 가까울수록 장력은 작고, 수평에 가까울수록 장력은 크다고 판단한다.

암기 포인트

두 줄로 매달 때 장력 크기는 줄의 수직 성분이 결정한다. 수평에 가까운 줄은 큰 장력, 수직 줄은 작은 장력이다.

NoteBase

문 9. 질량이 10kg인 물체가 정지 상태에서 등가속도 직선 운동하여 속력이 5m/s가 되었다. 이 과정에서 물체가 받은 충격량의 크기는 몇 N · s인가?

① 25
② 50
③ 75
④ 100
⑤ 125

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 충격량이 운동량의 변화량과 같다는 원리로 충격량의 크기를 구하는 문제이다.

조건 정리

질량은 $10kg$이다.
처음 속력은 정지 상태이므로 $0m/s$이다.
나중 속력은 $5m/s$이다.
구할 값은 물체가 받은 충격량의 크기이다.

사용할 공식

충격량의 크기는 운동량 변화량의 크기이므로 $J = |\Delta p| = m|v - u|$이다. 물체의 질량이 일정하고 처음과 나중의 속도가 주어졌으므로 이 공식을 사용한다.

계산 과정

1. 처음 속도는 $u = 0m/s$, 나중 속도는 $v = 5m/s$이다.
2. 속도 변화량의 크기는 $|v - u| = |5 - 0| = 5m/s$이다.
3. 따라서 $J = 10kg \times 5m/s = 50N \cdot s$이다.

선지 판단

① X. 충격량은 $50N \cdot s$이므로 $25N \cdot s$는 맞지 않는다. 틀린 표현인 '25'는 '50'으로 고쳐야 한다.
② O. 계산 결과가 $50N \cdot s$이므로 옳다.
③ X. 충격량은 $50N \cdot s$이므로 $75N \cdot s$는 맞지 않는다. 틀린 표현인 '75'는 '50'으로 고쳐야 한다.
④ X. 충격량은 $50N \cdot s$이므로 $100N \cdot s$는 맞지 않는다. 틀린 표현인 '100'은 '50'으로 고쳐야 한다.
⑤ X. 충격량은 $50N \cdot s$이므로 $125N \cdot s$는 맞지 않는다. 틀린 표현인 '125'는 '50'으로 고쳐야 한다.
계산 결과가 $50N \cdot s$이므로 정답은 2번이다.

NoteBase

오답 포인트

충격량을 속력 자체로 보거나, 질량 또는 속도 변화량 중 하나만 곱하면 오답이 된다. 이 문항에서는 정지 상태이므로 속도 변화량이 $5m/s$가 된다는 점이 핵심이다.

다시 나오면 이렇게 판단

충격량 문제는 먼저 처음 속도와 나중 속도로 $\Delta v = v - u$를 구하고, 질량을 곱해 $J = m\Delta v$를 계산한 뒤 크기와 단위를 확인한다.

암기 포인트

충격량은 운동량 변화량이다: $J = \Delta p = m\Delta v$.

NoteBase

문 10. 기차 A가 40m/s, 기차 B가 20m/s의 속력으로 서로를 향해 달려가고 있다. B가 진동수 f_0인 소리를 발생시킬 때, A의 기관사가 듣는 소리의 진동수는? (단, 소리의 속력은 340m/s이다.)

① $\frac{15}{16}f_0$
② $\frac{17}{16}f_0$
③ $\frac{19}{16}f_0$
④ $\frac{15}{18}f_0$
⑤ $\frac{19}{18}f_0$

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 음원과 관측자가 서로 접근할 때의 도플러 효과로 A 기관사가 듣는 진동수를 구하는 문제이다.

조건 정리

소리의 속력은 $v = 340m/s$이다. 음원 B는 A 쪽으로 $v_s = 20m/s$로 움직이고, 관측자 A는 B 쪽으로 $v_o = 40m/s$로 움직인다. 두 기차가 서로 접근하므로 관측자는 파동을 더 자주 만나고, 음원 앞쪽의 파장은 더 짧아진다.

사용할 공식

서로 접근하는 이동 음원과 이동 관측자의 도플러 효과는 $f' = \frac{v + v_o}{v - v_s}f_0$이다. 관측자 A가 음원 쪽으로 움직이므로 분자에는 $v + v_o$를 쓰고, 음원 B가 관측자 쪽으로 움직이므로 분모에는 $v - v_s$를 쓴다.

계산 과정

주어진 값을 대입하면 $f' = \frac{340 + 40}{340 - 20}f_0 = \frac{380}{320}f_0 = \frac{19}{16}f_0$이다. 따라서 들리는 진동수는 원래 진동수보다 커진다.

선지 판단

① X: $\frac{15}{16}f_0$는 원래 진동수보다 작으므로 서로 접근하는 상황과 맞지 않는다. 틀린 표현 $\frac{15}{16}f_0$ → 올바르게는 $\frac{19}{16}f_0$이다.
② X: $\frac{17}{16}f_0$는 A의 관측자 속력 $40m/s$와 B의 음원 속력 $20m/s$를 모두 반영한 계산값이 아니다. 틀린 표현 $\frac{17}{16}f_0$ → 올바르게는 $\frac{19}{16}f_0$이다.
③ O: $\frac{19}{16}f_0$는 $\frac{340 + 40}{340 - 20}f_0$의 계산 결과와 일치한다.
④ X: $\frac{15}{18}f_0$는 1보다 작아 접근 시 진동수가 증가한다는 결과와 모순된다. 틀린 표현 $\frac{15}{18}f_0$ → 올바르게는 $\frac{19}{16}f_0$이다.
⑤ X: $\frac{19}{18}f_0$는 분모를 $340 - 20$이 아닌 값으로 잘못 처리한 결과이다. 틀린 표현 $\frac{19}{18}f_0$ → 올바르게는 $\frac{19}{16}f_0$이다.

NoteBase

오답 포인트

관측자의 운동은 분자에서, 음원의 운동은 분모에서 처리한다. 특히 서로 접근할 때 분자를 빼거나 분모를 더하면 진동수가 작아져 ①·④처럼 접근 상황과 반대 결과가 나온다.

다시 나오면 이렇게 판단

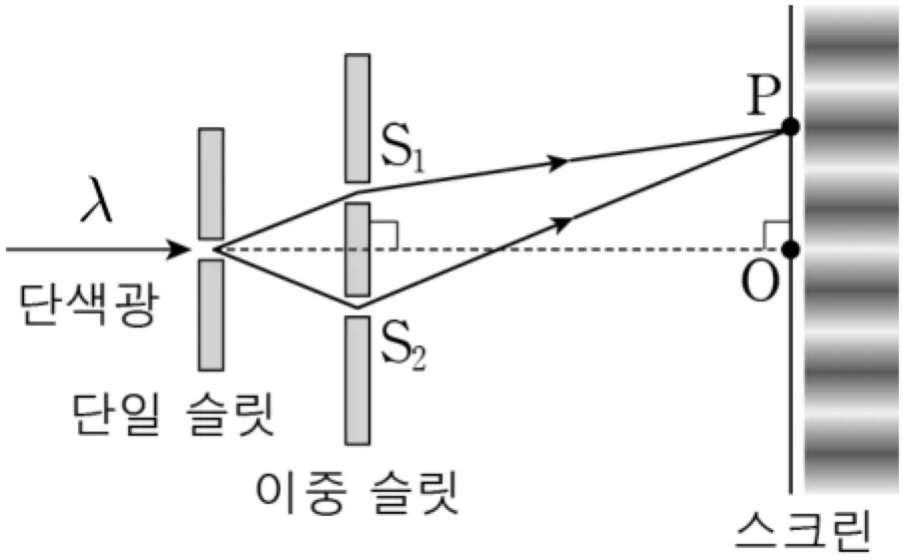
음원과 관측자의 거리가 줄어들면 들리는 진동수는 커진다. 접근 상황에서는 먼저 결과가 f_0보다 커야 함을 확인한 뒤, 관측자 속력은 분자에 더하고 음원 속력은 분모에서 뺀다.

암기 포인트

서로 접근: 관측자 쪽은 더하고, 음원 쪽은 뺀다. 즉 $f' = \frac{v + v_o}{v - v_s} f_0$이다.

NoteBase

문 11. 파장 λ인 단색광이 단일 슬릿과 이중 슬릿의 S_1과 S_2를 통과하여 스크린에 간섭무늬를 만든 것을 나타낸 그림이다. 스크린상의 점 O는 S_1과 S_2로부터 같은 거리에 있다. 점 O로부터 두 번째 어두운 무늬가 점 P에 생겼을 때 경로차 $|\overline{S_1P} - \overline{S_2P}|$의 값은?



① $\frac{1}{2}\lambda$

② λ

③ $\frac{3}{2}\lambda$

④ 2λ

⑤ $\frac{5}{2}\lambda$

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 이중 슬릿 간섭에서 어두운 무늬의 경로차 조건을 적용하는 문제이다. 점 O에서는 두 경로가 같아 경로차가 0이고 밝은 무늬가 생긴다.

조건 정리

주어진 조건: 점 O는 S_1, S_2로부터 같은 거리에 있다.
구해야 할 값: 점 O에서 두 번째 어두운 무늬 P까지의 경로차 $|S_1P - S_2P|$이다.
주의할 조건: 어두운 무늬는 반파장만큼 어긋난 경우부터 시작하며, 중심 O 자체는 밝은 무늬이다.

NoteBase

사용할 공식

어두운 무늬의 경로차는 $\Delta = \left(m + \frac{1}{2}\right)\lambda$이다. 여기서 $m = 0, 1, 2, \ldots$이다.
두 슬릿에서 나온 빛이 반주기만큼 어긋나 상쇄 간섭을 하므로 이 조건을 사용한다.

계산 과정

첫 번째 어두운 무늬는 $m = 0$이므로 $\Delta = \frac{1}{2}\lambda$이다.
두 번째 어두운 무늬는 $m = 1$이므로 $\Delta = \left(1 + \frac{1}{2}\right)\lambda = \frac{3}{2}\lambda$이다.
따라서 $|S_1P - S_2P| = \frac{3}{2}\lambda$이다.

선지 판단

① X: $\frac{1}{2}\lambda$는 중심 O에서 첫 번째 어두운 무늬까지의 경로차이다. 틀린 표현 '두 번째 어두운 무늬' → 올바르게는 '첫 번째 어두운 무늬'이다.
② X: λ는 밝은 무늬의 경로차 조건 $m\lambda$에 해당한다. 틀린 값 λ → 두 번째 어두운 무늬에서는 $\frac{3}{2}\lambda$이다.
③ O: 두 번째 어두운 무늬의 경로차는 $\frac{3}{2}\lambda$이므로 옳다.
④ X: 2λ도 밝은 무늬의 경로차 조건에 해당한다. 틀린 값 2λ → 두 번째 어두운 무늬에서는 $\frac{3}{2}\lambda$이다.
⑤ X: $\frac{5}{2}\lambda$는 세 번째 어두운 무늬의 경로차이다. 틀린 표현 '두 번째 어두운 무늬' → 올바르게는 '세 번째 어두운 무늬'이다.

오답 포인트

어두운 무늬의 순서를 $\frac{1}{2}\lambda, \frac{3}{2}\lambda, \frac{5}{2}\lambda$로 세지 않고, λ의 정수배와 혼동하기 쉽다. λ, 2λ는 밝은 무늬 조건이라는 점이 함정이다.

다시 나오면 이렇게 판단

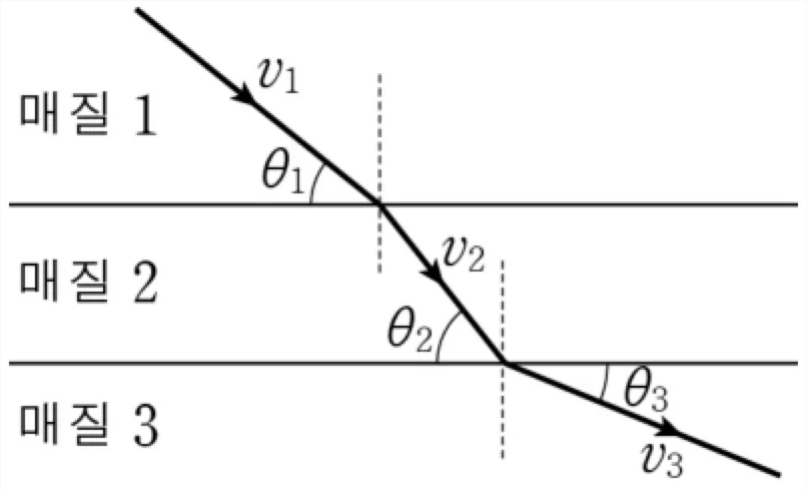
먼저 중심의 경로차가 0인지 확인한다. 그다음 밝은 무늬는 $m\lambda$, 어두운 무늬는 $\left(m + \frac{1}{2}\right)\lambda$로 구분하고, '몇 번째 어두운 무늬'인지에 맞춰 m을 정한다.

암기 포인트

밝음은 정수배 $m\lambda$, 어두움은 반정수배 $\left(m + \frac{1}{2}\right)\lambda$이다.

NoteBase

문 12. 빛이 서로 다른 세 개의 매질을 통과하는 것을 나타낸 그림이다. $\theta_2 > \theta_1 > \theta_3$일 때, 매질 1, 2, 3에서의 빛의 속력 v_1, v_2, v_3를 옳게 비교한 것은?



① $v_1 = v_2 = v_3$

② $v_1 > v_2 > v_3$

③ $v_2 > v_1 > v_3$

④ $v_3 > v_1 > v_2$

⑤ $v_3 > v_2 > v_1$

정답 4번

출제 포인트

경계면에 대해 잰 각도와 법선에 대해 잰 굴절각의 관계를 이용하여, 세 매질에서의 빛의 속력을 비교하는 문제이다.

조건 정리

그림의 $\theta_1, \theta_2, \theta_3$는 모두 경계면과 빛살이 이루는 각도이다. 법선과 이루는 각도를 α_i라 하면 $\alpha_i = \frac{\pi}{2} - \theta_i$이다. 주어진 조건은 $\theta_2 > \theta_1 > \theta_3$이다.

사용할 공식

평행한 경계면을 연속해서 지나는 빛에는 $n_i \sin \alpha_i$가 일정하게 성립한다. 따라서 $n_i \cos \theta_i$가 일정하다. 또 $n_i = \frac{c}{v_i}$이므로 $\frac{\cos \theta_i}{v_i}$가 일정하고, $v_i \propto \cos \theta_i$이다. 경계면과의 각도가 주어졌으므로 $\sin \theta$가 아니라 $\cos \theta$를 써야 한다.

NoteBase

계산 과정

1. $\theta_2 > \theta_1 > \theta_3$이므로, 예각 범위에서 $\cos\theta_2 < \cos\theta_1 < \cos\theta_3$이다.
2. $v_i \propto \cos\theta_i$를 적용하면 $v_2 < v_1 < v_3$이다.
3. 따라서 속력의 크기는 $v_3 > v_1 > v_2$이다.

선지 판단

① X: 세 속력은 같지 않다. 틀린 표현: $v_1 = v_2 = v_3$ → 올바르게는 $v_3 > v_1 > v_2$이다.
② X: $v_1 > v_2$까지는 맞지만 v_3가 가장 느리다는 부분이 틀리다. 틀린 표현: $v_1 > v_2 > v_3$ → 올바르게는 $v_3 > v_1 > v_2$이다.
③ X: θ_2가 가장 크므로 $\cos\theta_2$가 가장 작아 v_2가 가장 느리다. 틀린 표현: $v_2 > v_1 > v_3$ → 올바르게는 $v_3 > v_1 > v_2$이다.
④ O: θ_3가 가장 작아 $\cos\theta_3$가 가장 크므로 $v_3 > v_1 > v_2$이다.
⑤ X: v_3가 가장 빠른 것은 맞지만, v_2는 가장 느리다. 틀린 표현: $v_3 > v_2 > v_1$ → 올바르게는 $v_3 > v_1 > v_2$이다.

오답 포인트

그림의 각도는 법선이 아니라 경계면을 기준으로 표시되어 있다. 이를 법선 기준 각도로 착각하여 $\sin\theta$를 바로 비교하면 속력의 대소가 반대로 판단된다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 각도가 법선 기준인지 경계면 기준인지 확인한다. 경계면 기준 각도 θ이면 $n\cos\theta$가 일정하고, 빛의 속력은 $\cos\theta$가 클수록 크다고 판단한다.

암기 포인트

경계면 기준 각도: $v \propto \cos\theta$. 각도가 작을수록 빛의 속력은 크다.

NoteBase

문 13. 다음 중 종파(소밀파)는?

① 가시광선

② 물결파

③ 지진파의 S파

④ 초음파

⑤ X선

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 파동의 진행 방향과 매질의 진동 방향의 관계로 종파와 횡파를 구별하는 문제이다.

핵심 개념

종파는 매질의 진동 방향이 파동의 진행 방향과 나란한 파동이다.
횡파는 매질의 진동 방향이 파동의 진행 방향에 수직인 파동이다.
음파는 공기의 압축과 팽창이 진행 방향을 따라 전달되므로 종파이고, 전자기파와 지진파의 S파는 횡파이다.

선지별 해설

① X: 가시광선은 전기장과 자기장이 진행 방향에 수직으로 진동하는 전자기파이다. 틀린 표현은 '종파'라는 분류이며, 올바르게는 횡파이다.
② X: 물결파는 수면의 물입자가 위아래로 진동하는 성질로 보아 보통 횡파로 분류한다. 틀린 표현은 '종파'라는 분류이며, 올바르게는 횡파이다.
③ X: 지진파의 S파는 매질의 진동 방향이 진행 방향에 수직인 전단파이다. 틀린 표현은 '종파'라는 분류이며, 올바르게는 횡파이다.
④ O: 초음파는 사람이 들을 수 있는 범위보다 높은 진동수의 음파이다. 음파는 매질의 압축과 팽창이 진행 방향과 같은 방향으로 전달되므로 종파이다.
⑤ X: X선은 전자기파이다. 전자기파는 전기장과 자기장이 진행 방향에 수직으로 진동하므로 횡파이다. 틀린 표현은 '종파'라는 분류이며, 올바르게는 횡파이다.

오답 포인트

'초음파'의 초(超)를 특별한 파동의 진행 방식으로 오해하기 쉽다. 초음파는 진동수가 높은 음파일 뿐이며, 음파이므로 종파라는 성질은 변하지 않는다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

빛·X선처럼 전자기파이면 횡파, 음파이면 종파로 먼저 분류한다. 지진파는 P파가 종파이고 S파가 횡파라는 점으로 구별한다.

암기 포인트

음파와 P파는 종파, 빛·X선·S파는 횡파이다.

NoteBase

문 14. 다음은 음파가 전파될 때 일어나는 현상들이다.

(가)~(다)에 해당하는 소리의 성질로 옳은 것은?

(가) 돌고래는 초음파를 발생시켜 장애물이나 먹이의 위치를 알아 낸다.
(나) 낮에는 소리가 위쪽으로 휘어지고, 밤에는 소리가 아래쪽으로 휘어진다.
(다) 담 너머에 친구가 보이지 않지만, 대화하는 목소리가 들린다.

① (가): 회절, (나): 반사, (다): 굴절
② (가): 굴절, (나): 반사, (다): 회절
③ (가): 굴절, (나): 회절, (다): 반사
④ (가): 반사, (나): 회절, (다): 굴절
⑤ (가): 반사, (나): 굴절, (다): 회절

정답 5번

출제 포인트

이 문제는 소리의 반사·굴절·회절을 각각 일어나는 조건으로 구별하는 문제이다.

핵심 개념

반사는 소리가 물체나 경계면에 부딪혀 되돌아오는 현상이다. 굴절은 매질의 온도 등으로 소리의 속도가 달라져 진행 방향이 휘는 현상이다. 회절은 소리가 장애물의 모서리를 돌아가거나 좁은 틈을 지나 퍼지는 현상이다.
돌고래의 반향정위는 반사, 낮·밤의 소리 진행 방향 변화는 굴절, 담 뒤의 소리를 듣는 현상은 회절에 해당한다.

선지별 해설

① X. (가)의 '회절'은 틀린 표현이며, 돌고래는 장애물이나 먹이에 부딪혀 되돌아온 초음파를 이용하므로 반사이다. (나)의 '반사'는 굴절로, (다)의 '굴절'은 회절로 고쳐야 한다.
② X. (가)의 '굴절'은 반사로, (나)의 '반사'는 굴절로 고쳐야 한다. (다)의 회절만 옳다.
③ X. (가)의 '굴절'은 반사로, (나)의 '회절'은 굴절로, (다)의 '반사'는 회절로 고쳐야 한다.
④ X. (가)의 반사는 옳다. 그러나 (나)의 '회절'은 온도에 따른 소리 속도 차이로 진행 방향이 휘는 굴절로, (다)의 '굴절'은 담의 모서리를 돌아 퍼지는 회절로 고쳐야 한다.
⑤ O. (가)는 되돌아온 초음파를 이용하는 반사, (나)는 공기층에 따른 소리 속도 차이로 방향이 휘는 굴절, (다)는 담 뒤까지 소리가 퍼지는 회절이다.

NoteBase

오답 포인트

(나)는 소리가 '휘어진다'는 표현 때문에 회절로 혼동하기 쉽다. 장애물 모서리를 돌아 퍼지면 회절이고, 공기 온도 차이 때문에 진행 방향이 휘면 굴절이다.

다시 나오면 이렇게 판단

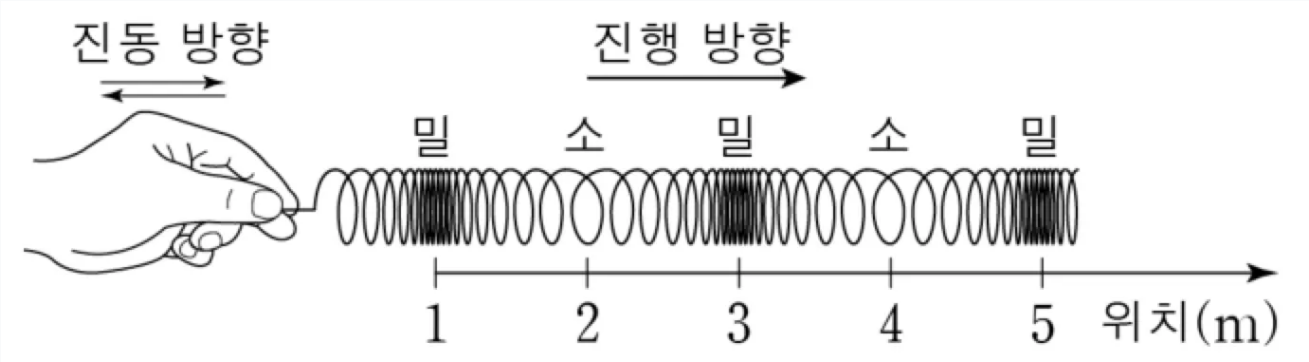
되돌아오는 소리를 이용하면 반사, 온도·매질 변화로 방향이 바뀌면 굴절, 장애물 뒤나 좁은 틈으로 퍼지면 회절로 판단한다.

암기 포인트

되돌아오면 반사, 속도 차로 휘면 굴절, 모서리를 돌면 회절이다.

NoteBase

문 15. 그림은 수평면에 놓인 용수철을 1초에 2번씩 진동하여 파동을 발생시켰을 때 오른쪽으로 진행하는 파동의 어느 순간의 모습을 나타낸 것이다. 파동의 진행 속력은 몇 m/s인가?



① 2

② 4

③ 6

④ 8

⑤ 10

정답 2번

출제 포인트

종파에서 같은 위상의 밀한 부분 사이 거리로 파장을 찾고, 파동의 속력 $v = f\lambda$를 계산하는 문제이다.

조건 정리

진동수는 1초에 2번 진동하므로 $f = 2Hz$이다. 그림에서 밀한 부분은 위치 $1m$, $3m$, $5m$에 있다. 인접한 밀한 부분 사이 거리는 한 파장이므로 $\lambda = 3 - 1 = 2m$이다.

사용할 공식

$v = f\lambda$

파동은 한 주기 동안 한 파장만큼 진행하므로, 1초당 진동 횟수인 진동수와 파장을 곱해 진행 속력을 구한다.

계산 과정

1. 인접한 밀 구간의 거리로 파장을 구하면 $\lambda = 2m$이다.
2. 용수철의 진동수는 $f = 2Hz$이다.
3. 따라서 $v = f\lambda = (2Hz)(2m) = 4m/s$이다.

NoteBase

선지 판단

① X: $2m/s$는 파장 $2m$만을 속력으로 잘못 본 값이다. 틀린 표현인 '진행 속력은 $2m/s$'는 '진행 속력은 $4m/s$'로 고쳐야 한다.
② O: $f = 2Hz$, $\lambda = 2m$이므로 $v = 4m/s$이다.
③ X: $6m/s$는 파장을 $3m$로 잘못 읽었을 때 나오는 값이다. 틀린 표현인 '진행 속력은 $6m/s$'는 '진행 속력은 $4m/s$'로 고쳐야 한다.
④ X: $8m/s$는 파장 또는 진동수를 두 배로 잘못 적용한 값이다. 틀린 표현인 '진행 속력은 $8m/s$'는 '진행 속력은 $4m/s$'로 고쳐야 한다.
⑤ X: $10m/s$는 위치 $5m$를 파장으로 잘못 사용한 값이다. 틀린 표현인 '진행 속력은 $10m/s$'는 '진행 속력은 $4m/s$'로 고쳐야 한다.

오답 포인트

밀한 부분의 위치 $1m$, $3m$, $5m$ 자체가 파장은 아니다. 연속한 두 밀한 부분의 위치 차가 파장이므로 $2m$이다.

다시 나오면 이렇게 판단

종파 그림에서는 인접한 밀-밀 또는 소-소 사이 거리를 먼저 파장으로 정한다. 이어서 $v = f\lambda$에 진동수와 파장을 대입해 단위를 m/s로 확인한다.

암기 포인트

종파도 밀-밀 한 칸이 한 파장이고, 파동의 속력은 $v = f\lambda$이다.

NoteBase

문 16. <보기>의 실험 중 빛의 입자성을 보여 주는 것만을 모두 고른 것은?

<보기>
ㄱ. 영의 이중 슬릿 실험
ㄴ. 광전 효과 실험
ㄷ. 콤프턴 산란 실험

① ㄱ
② ㄴ
③ ㄷ
④ ㄱ, ㄴ
⑤ ㄴ, ㄷ

정답 5번

출제 포인트

이 문제는 빛의 파동성과 입자성을 드러내는 대표 실험을 구별하는 문제이다.

핵심 개념

빛의 파동성은 간섭·회절처럼 파동이 겹치며 나타나는 현상으로 확인된다. 빛의 입자성은 빛이 광자라는 에너지와 운동량을 지닌 입자처럼 물질과 상호작용하는 현상으로 확인된다. 영의 이중 슬릿 실험은 간섭무늬를 통해 파동성을, 광전 효과와 콤프턴 산란 실험은 광자의 입자성을 보여 준다.

NoteBase

선지별 해설

① X: ㄱ의 영의 이중 슬릿 실험은 두 슬릿을 지난 빛이 서로 간섭하여 밝고 어두운 무늬를 만드는 실험이다. 간섭은 파동의 성질이므로 입자성을 보이는 실험이 아니다. 틀린 표현은 '빛의 입자성'에 해당한다는 판단이며, 올바르게는 빛의 파동성을 보이는 실험이다.

② O: ㄴ의 광전 효과에서는 빛이 금속에 에너지를 불연속적으로 전달하여 전자를 방출시킨다. 빛을 광자로 보아야 설명되므로 입자성을 보이는 실험이다.

③ O: ㄷ의 콤프턴 산란에서는 X선이 전자와 충돌한 뒤 파장이 변한다. 광자가 운동량을 가진 입자처럼 전자와 충돌한다고 보아야 설명되므로 입자성을 보이는 실험이다.

④ X: ㄱ과 ㄴ을 함께 고른 판단은 틀리다. 영의 이중 슬릿 실험은 파동성의 증거이므로 입자성을 보이는 실험은 ㄴ만 해당한다.

⑤ O: 광전 효과와 콤프턴 산란 실험인 ㄴ, ㄷ은 모두 빛의 입자성을 보인다.

오답 포인트

영의 이중 슬릿 실험도 빛의 이중성을 다루는 대표 실험이어서 입자성과 혼동하기 쉽다. 그러나 이 실험에서 직접 관찰하는 간섭무늬는 파동성의 증거이다.

다시 나오면 이렇게 판단

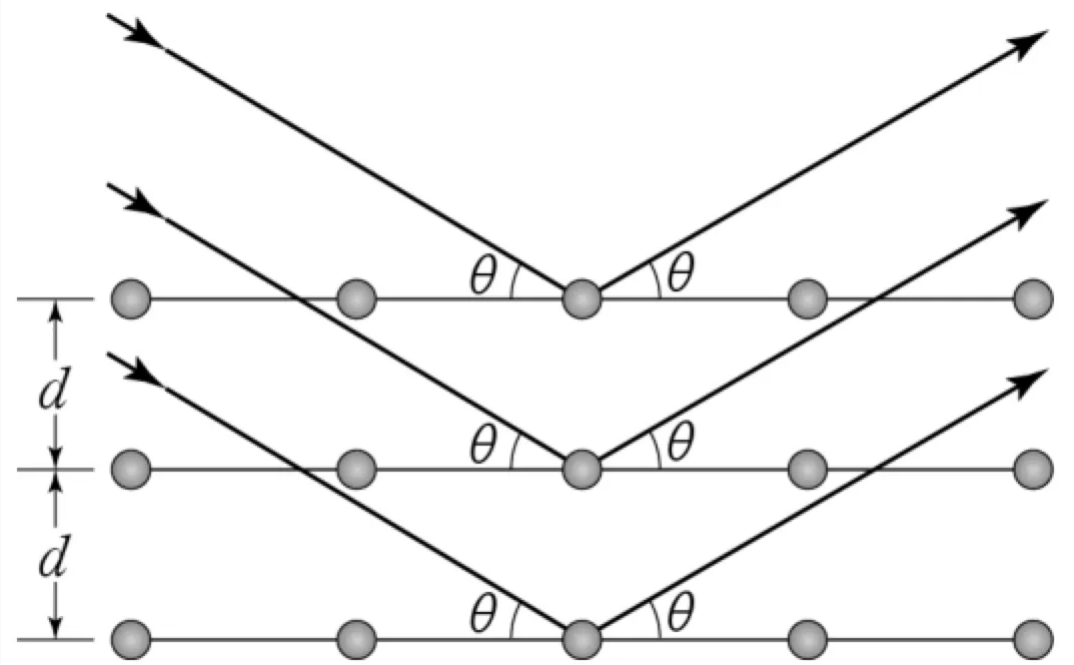
선지에 간섭 또는 회절이 나오면 파동성으로, 광전 효과·콤프턴 산란처럼 광자가 물질에 에너지나 운동량을 전달하는 현상이 나오면 입자성으로 판단한다.

암기 포인트

간섭·회절은 파동성, 광전 효과·콤프턴 산란은 입자성이다.

NoteBase

문 17. 그림은 결정면 사이의 간격이 d인 고체에서 산란된 광선의 경로를 나타낸 것이다. 산란된 광선이 보강 간섭을 하는 θ의 최솟값이 30°일 때 d는 몇 nm인가? (단, 광선의 파장은 0.1nm이다.)



① 0.1
② 0.2
③ 0.3
④ 0.4
⑤ 0.5

정답 1번

출제 포인트

결정면에서 산란된 광선의 보강 간섭 조건인 브래그 법칙을 이용하여 결정면 사이의 간격 d를 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 광선의 파장 $\lambda = 0.1\text{nm}$, 보강 간섭을 하는 최소 산란각 $\theta = 30^\circ$이다.
구할 값: 결정면 사이의 간격 d이다.
주의할 조건: 최소 θ에서의 보강 간섭은 가장 낮은 차수인 $n = 1$에 해당한다.

NoteBase

사용할 공식

브래그 법칙은 $2d\sin\theta = n\lambda$이다.
인접한 두 결정면에서 산란된 광선의 경로차가 파장의 정수배일 때 보강 간섭하므로 이 공식을 사용한다.

계산 과정

1. 최소 각도이므로 $n = 1$을 대입한다.
2. $2d\sin 30^\circ = 0.1\text{nm}$
3. $\sin 30^\circ = 1/2$이므로 $d = \frac{0.1\text{nm}}{2 \times (1/2)} = 0.1\text{nm}$이다.

선지 판단

① O: 계산 결과 $d = 0.1\text{nm}$이므로 옳다.
② X: 0.2nm는 계산 결과와 다르다. 틀린 표현 '0.2 nm' → 올바르게는 '0.1 nm'이다.
③ X: 0.3nm는 계산 결과와 다르다. 틀린 표현 '0.3 nm' → 올바르게는 '0.1 nm'이다.
④ X: 0.4nm는 계산 결과와 다르다. 틀린 표현 '0.4 nm' → 올바르게는 '0.1 nm'이다.
⑤ X: 0.5nm는 계산 결과와 다르다. 틀린 표현 '0.5 nm' → 올바르게는 '0.1 nm'이다.
계산 결과 $d = 0.1\text{nm}$이므로 정답은 1번이다.

오답 포인트

$\sin 30^\circ = 1/2$와 식의 앞 계수 2가 서로 상쇄된다. 이 둘 중 하나를 빠뜨리면 ②의 0.2nm처럼 잘못 계산할 수 있다.

다시 나오면 이렇게 판단

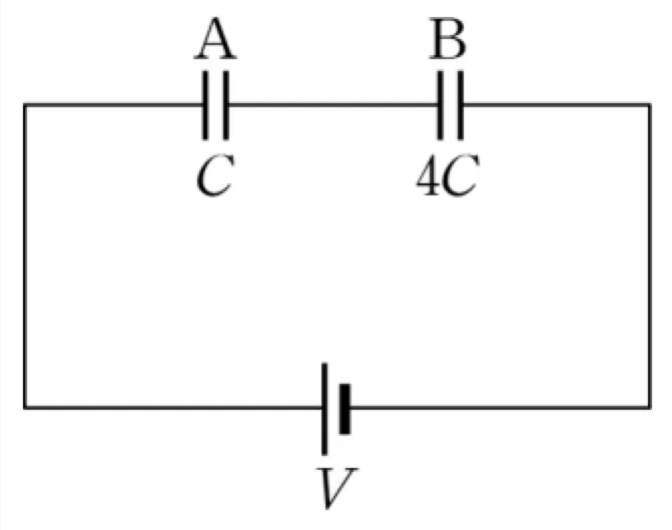
결정면 간섭 문제는 먼저 $2d\sin\theta = n\lambda$를 세우고, '최소 각'이면 $n = 1$을 대입한 뒤 삼각함수값과 단위를 검산한다.

암기 포인트

브래그 법칙: $2d\sin\theta = n\lambda$, 최소 보강 간섭은 $n = 1$이다.

NoteBase

문 18. 전기용량이 각각 C, $4C$인 두 축전기 A, B를 직렬로 연결하고 전압이 V인 직류전원에 연결한 것을 나타낸 그림이다. A와 B에 저장된 에너지의 비는?



① 4 : 1

② 5 : 1

③ 6 : 1

④ 8 : 1

⑤ 10 : 1

정답 1번

출제 포인트

직렬로 연결된 축전기에서 전하량이 같다는 성질과 축전기 에너지 공식으로 각 축전기에 저장된 에너지의 비를 구하는 문제이다.

조건 정리

A의 전기용량은 C, B의 전기용량은 $4C$이다. 두 축전기는 직렬 연결이므로 두 축전기에 저장되는 전하량의 크기는 모두 Q로 같다. 구할 값은 에너지의 비 $U_A : U_B$이다.

사용할 공식

축전기에 저장되는 에너지는 $U = \frac{Q^2}{2C}$이다. 직렬 연결에서는 두 축전기의 Q가 같으므로, 에너지는 전기용량 C에 반비례한다.

NoteBase

계산 과정

A의 에너지는 $U_A = \frac{Q^2}{2C}$이다.
B의 에너지는 $U_B = \frac{Q^2}{2(4C)} = \frac{Q^2}{8C}$이다.
따라서 $U_A : U_B = \frac{Q^2}{2C} : \frac{Q^2}{8C} = 4 : 1$이다.

선지 판단

① O: 직렬 연결에서는 두 축전기의 전하량이 같고, $U = Q^2/(2C)$이므로 전기용량이 더 작은 A의 에너지가 4배이다. 따라서 $U_A : U_B = 4 : 1$이다.
② X: '5:1'이 틀린 표현이다. 올바르게는 $4 : 1$이다.
③ X: '6:1'이 틀린 표현이다. 올바르게는 $4 : 1$이다.
④ X: '8:1'이 틀린 표현이다. 올바르게는 $4 : 1$이다. $8 : 1$은 B의 에너지 식에서 분모의 8만 보고 비로 잘못 판단한 경우에 해당한다.
⑤ X: '10:1'이 틀린 표현이다. 올바르게는 $4 : 1$이다.

오답 포인트

직렬 연결에서는 전압이 아니라 전하량이 같다는 점이 핵심이다. B의 전기용량이 A의 4배이므로 같은 전하량에서 B의 에너지는 A의 1/4배이며, 에너지비는 $4 : 1$이 된다.

다시 나오면 이렇게 판단

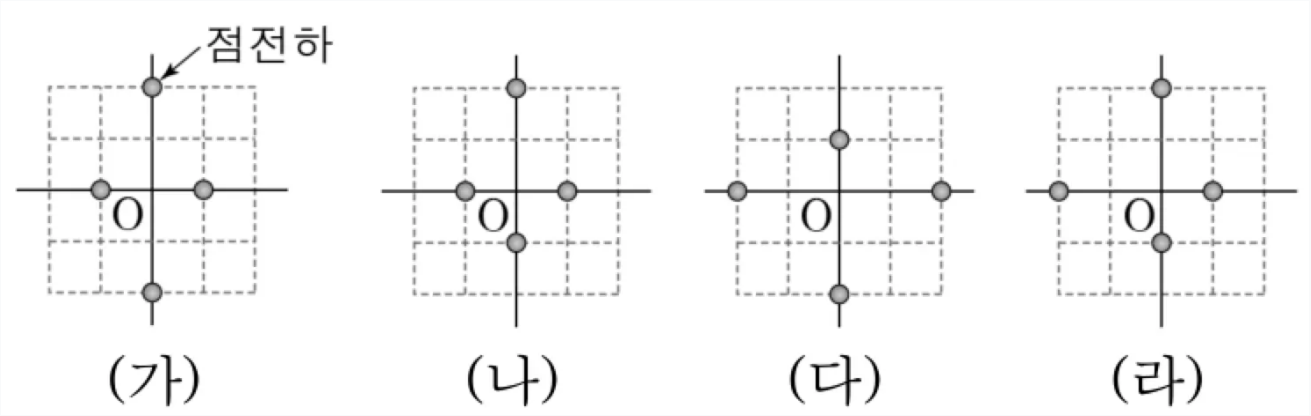
직렬 축전기 문제에서는 먼저 각 축전기의 전하량이 같음을 확인한다. 이어서 $U = Q^2/(2C)$를 적용하여 에너지가 전기용량에 반비례함을 이용해 비를 구한다.

암기 포인트

직렬 축전기: Q는 같고, U는 C에 반비례한다.

NoteBase

문 19. (가)~(라)는 동일한 점전하 4개를 서로 다르게 배치한 것을 나타낸 그림이다. 각각의 원점 O에서 전기장의 크기를 옳게 비교한 것은?



① (가) = (나) = (다) = (라)

② (가) = (나) > (다) = (라)

③ (가) > (나) = (다) > (라)

④ (다) = (라) > (가) = (나)

⑤ (라) > (나) = (다) > (가)

정답 5번

출제 포인트

동일한 양의 점전하가 만드는 전기장을 방향별로 합성하여 원점 O에서의 전기장 크기를 비교하는 문제이다.

조건 정리

격자 한 칸의 길이를 a, 거리 a에 있는 점전하 하나가 O에 만드는 전기장 크기를 $E_0 = kq/a^2$라고 둔다. 양전하가 만드는 전기장은 전하에서 멀어지는 방향이다. 서로 마주 보는 같은 거리의 전하가 만드는 전기장은 서로 상쇄된다.

사용할 공식

점전하가 만드는 전기장 크기는 $E = kq/r^2$이다. 따라서 거리가 $2a$이면 전기장 크기는 $E_0/4$가 된다. 전기장은 벡터이므로 같은 직선상의 반대 방향 성분은 빼고, 서로 수직인 성분은 $E = \sqrt{E_x^2 + E_y^2}$로 합성한다.

NoteBase

계산 과정

(가)는 좌우의 E_0가 상쇄되고, 위아래의 $E_0/4$도 상쇄되어 E_가=0이다.
(나)는 좌우 성분이 상쇄된다. 아래 전하의 위쪽 전기장 E_0와 위 전하의 아래쪽 전기장 $E_0/4$의 차이로 E_나=3E_0/4이다.
(다)는 좌우 성분이 상쇄된다. 위 전하의 아래쪽 전기장 E_0와 아래 전하의 위쪽 전기장 $E_0/4$의 차이로 E_다=3E_0/4이다.
(라)는 수평 성분과 수직 성분이 각각 $3E_0/4$이다. 따라서 E_라=√((3E_0/4)^2+(3E_0/4)^2)=3√(2)E_0/4이다.

선지별 해설

① X. (가)의 전기장은 0이지만 (나), (다), (라)는 0이 아니다. 틀린 표현인 '(가)=(나)=(다)=(라)'는 '(라)>(나)=(다)>(가)'로 고쳐야 한다.
② X. (가)는 0이므로 (나)와 같을 수 없고, (라)는 (다)와 같지 않다. 틀린 표현인 '(가)=(나)>(다)=(라)'는 '(라)>(나)=(다)>(가)'로 고쳐야 한다.
③ X. (가)는 네 전기장이 각각 상쇄되어 가장 작고, (라)는 수평·수직 성분이 남아 가장 크다. 틀린 표현인 '(가)>(나)=(다)>(라)'는 '(라)>(나)=(다)>(가)'로 고쳐야 한다.
④ X. (나)의 전기장 크기는 $3E_0/4$이므로 0인 (가)와 같지 않고, (라)는 $3\sqrt{2}E_0/4$이므로 (다)보다 크다. 틀린 표현인 '(다)=(라)>(가)=(나)'는 '(라)>(나)=(다)>(가)'로 고쳐야 한다.
⑤ O. E_라=3√(2)E_0/4, E_나=E_다=3E_0/4, E_가=0이므로 (라)>(나)=(다)>(가)이다.

오답 포인트

(나)와 (다)에서 가까운 전하가 만드는 전기장만 보고 다른 전기장을 무시하면 안 된다. 두 경우 모두 같은 축에서 E_0와 $E_0/4$가 반대 방향이어서 크기는 $3E_0/4$로 같다. (라)는 두 성분이 수직이므로 단순히 더하지 않고 벡터 합성해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

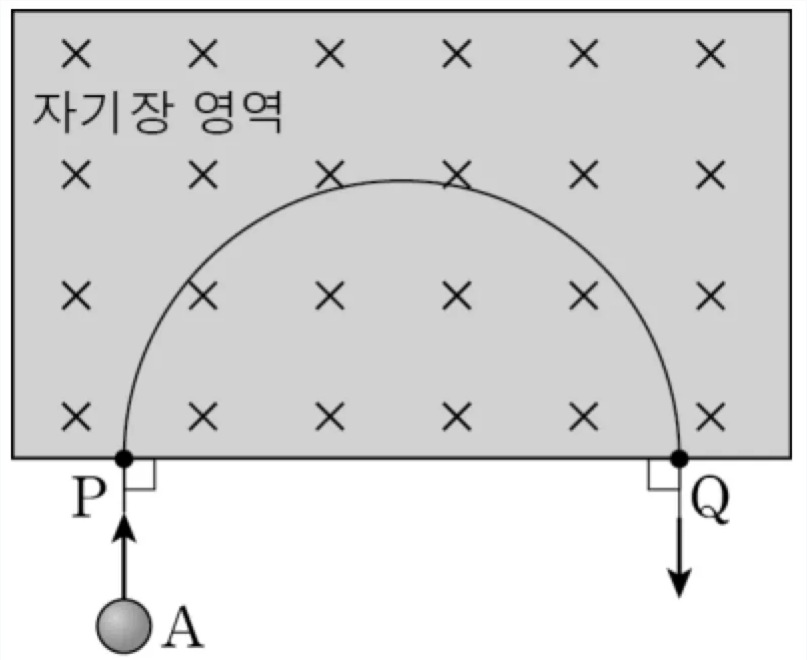
각 전하에서 O까지의 거리를 먼저 읽어 $1/r^2$ 비로 전기장 크기를 정한다. 이어 수평·수직 성분별로 방향을 표시해 상쇄한 뒤, 남는 두 성분이 수직이면 피타고라스 정리로 합성한다.

암기 포인트

점전하 전기장은 $1/r^2$에 비례하고, 같은 직선의 반대 방향은 상쇄하며, 수직 성분은 벡터 합성한다.

NoteBase

문 20. 그림은 종이면에 수직으로 들어가는 방향의 균일한 자기장 영역으로 입사한 입자 A가 원궤도를 따라 점 P에서 점 Q로 운동하는 모습을 나타낸 것이다. 이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 모두 고른 것은?



<보기>

ㄱ. A는 (-)전하를 띠고 있다.

ㄴ. P에서의 속력과 Q에서의 속력은 같다.

ㄷ. A의 질량을 크게 하면 원궤도 반지름은 작아진다.

① ㄱ

② ㄷ

③ ㄱ, ㄴ

④ ㄴ, ㄷ

⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

정답 3번

출제 포인트

자기장 속에서 운동하는 대전 입자의 로렌츠 힘의 방향, 속력 변화, 원궤도 반지름을 판단하는 문제이다.

조건 정리

자기장은 종이면 안쪽(×)이고, 입자는 P에서 위쪽으로 들어간 뒤 위쪽 반원 궤도를 따라 Q로 운동한다. 따라서 P에서 입자에 작용하는 구심력의 방향은 원의 중심 쪽인 오른쪽이다.

NoteBase

사용할 공식

자기력은 $\mathbf{F} = q\mathbf{v} \times \mathbf{B}$이고, 자기력의 크기는 $F = |q|vB$이다. 원운동에서는 $F = mv^2/r$이므로 $r = mv/(|q|B)$이다. 자기력은 항상 속도에 수직이므로 일을 하지 않는다.

판단 과정

P에서 양전하라면 위쪽 속도와 종이면 안쪽 자기장에 대한 자기력은 왼쪽이다. 그러나 실제 궤도의 구심력은 오른쪽이므로 A는 음전하이다. 또한 자기력은 속도에 수직이어서 P와 Q에서의 속력은 같다. 반지름 식에서 질량 m이 커지면 반지름 r도 커진다. 따라서 ㄱ, ㄴ은 옳고 ㄷ은 옳지 않다.

선지별 해설

① X: ㄱ만 옳다는 조합이다. ㄱ은 옳지만, 자기력이 일을 하지 않아 ㄴ도 옳다. 틀린 표현은 'ㄱ만'이며, 올바르게는 'ㄱ, ㄴ'이다.
② X: ㄷ만 옳다는 조합이다. ㄷ의 '질량을 크게 하면 원궤도 반지름은 작아진다'가 틀렸다. $r = mv/(|q|B)$이므로 질량이 커지면 반지름도 커진다.
③ O: ㄱ, ㄴ 조합이다. 궤도 중심 쪽 자기력의 방향으로 A는 음전하이고, 자기력은 속도에 수직이어서 P와 Q의 속력은 같다.
④ X: ㄴ, ㄷ 조합이다. ㄴ은 옳지만 ㄷ은 틀리다. 틀린 표현은 '반지름은 작아진다'이며, 올바르게는 '반지름은 커진다'이다.
⑤ X: ㄱ, ㄴ, ㄷ가 모두 옳다는 조합이다. ㄱ과 ㄴ은 옳지만 ㄷ은 틀리다. ㄷ의 올바른 진술은 '질량을 크게 하면 원궤도 반지름은 커진다'이다.

오답 포인트

ㄷ에서 구심력 식 mv^2/r만 보고 질량 증가 시 반지름이 작아진다고 판단하기 쉽다. 그러나 자기력 $|q|vB$과 같게 두면 $r = mv/(|q|B)$이므로, 다른 조건이 같을 때 반지름은 질량에 비례한다.

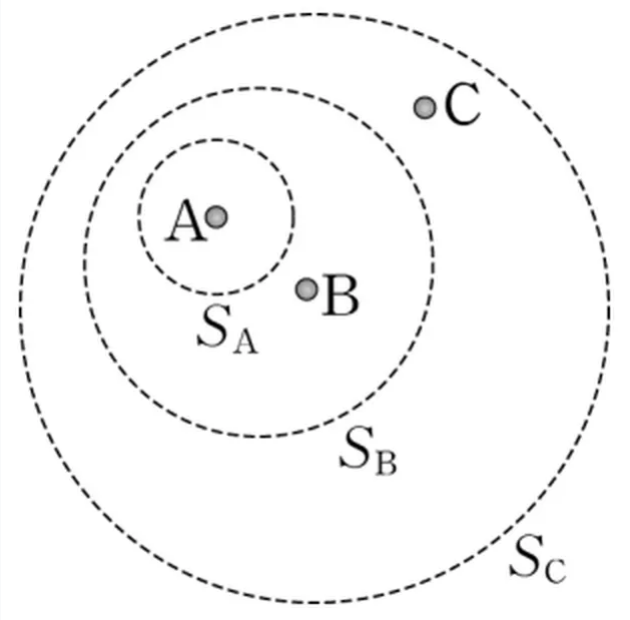
다시 나오면 이렇게 판단

먼저 궤도의 중심 방향으로 자기력 방향을 정하고, $\mathbf{v} \times \mathbf{B}$는 양전하 기준이라는 점을 이용해 전하 부호를 판별한다. 이어 자기력은 속도에 수직이어서 속력은 일정함을 확인하고, 반지름은 $r = mv/(|q|B)$로 비교한다.

암기 포인트

자기력은 방향만 바꾸고 속력은 바꾸지 않으며, $r \propto m$이다.

문 21. 그림은 전하량이 각각 q_0, q_1, q_0인 점전하 A, B, C가 가우스 폐곡면 S_A, S_B, S_C 안에 놓여 있는 것을 나타낸 것이다. S_A, S_B를 통과하는 알짜 전기 선속이 각각 $3\Phi_0$, $2\Phi_0$일 때, S_C를 통과하는 알짜 전기 선속은? (단, Φ_0은 0이 아니다.)



① Φ_0

② $2\Phi_0$

③ $3\Phi_0$

④ $4\Phi_0$

⑤ $5\Phi_0$

정답 5번

출제 포인트

가우스 법칙 $\Phi = Q_{in}/\varepsilon_0$으로 각 폐곡면이 감싸는 알짜전하를 비교하는 문제이다.

조건 정리

점전하 A, B, C의 전하량은 각각 q_0, q_1, q_0이다. S_A는 A만, S_B는 A와 B, S_C는 A, B, C 모두를 감싼다. 또한 $\Phi_A = 3\Phi_0$, $\Phi_B = 2\Phi_0$이다.

사용할 공식

가우스 법칙은 $\Phi = Q_{in}/\varepsilon_0$이다. 전기선속은 폐곡면의 크기나 모양이 아니라 그 안에 들어 있는 알짜전하에만 의해 결정되므로, 각 폐곡면이 포함하는 전하를 더한다.

NoteBase

계산 과정

S_A에는 A만 있으므로 $q_0/\varepsilon_0 = 3\Phi_0$이다.
S_B에는 A와 B가 있으므로 $(q_0 + q_1)/\varepsilon_0 = 2\Phi_0$이다. 두 식을 빼면 $q_1/\varepsilon_0 = -\Phi_0$이다.
S_C에는 A, B, C가 모두 있으므로 $\Phi_C = (2q_0 + q_1)/\varepsilon_0 = 2(3\Phi_0) - \Phi_0 = 5\Phi_0$이다.

선지 판단

① X. Φ_0는 S_C가 감싸는 알짜전하와 맞지 않는다. 틀린 표현 Φ_0 → 올바르게는 $5\Phi_0$이다.
② X. $2\Phi_0$는 S_B를 통과하는 선속이며 S_C의 선속이 아니다. 틀린 표현 $2\Phi_0$ → 올바르게는 $5\Phi_0$이다.
③ X. $3\Phi_0$는 A만 감싼 S_A의 선속이다. 틀린 표현 $3\Phi_0$ → 올바르게는 $5\Phi_0$이다.
④ X. $4\Phi_0$는 C의 전하 q_0를 더하면서 B의 음전하 기여를 빠뜨린 값이다. 틀린 표현 $4\Phi_0$ → 올바르게는 $5\Phi_0$이다.
⑤ O. S_C의 알짜전하는 $2q_0 + q_1$이고, 이에 대응하는 선속은 $5\Phi_0$이다.

오답 포인트

S_B의 선속이 S_A보다 작으므로 B의 전하는 음전하이다. C의 전하가 A와 같은 q_0라는 이유만으로 S_A의 선속을 한 번 더 더하면 B의 음전하를 누락하여 ④를 고르게 된다.

다시 나오면 이렇게 판단

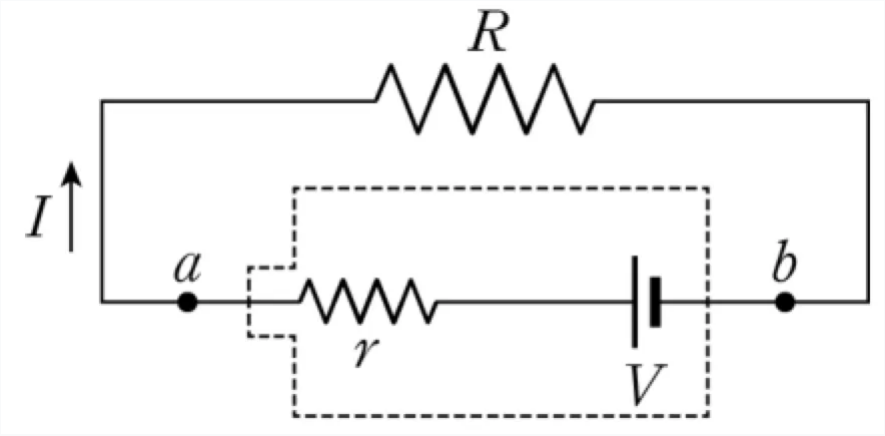
동심 가우스면 문제에서는 각 면 안에 새로 포함되는 전하를 선속의 차이로 구한 뒤, 가장 큰 면에 포함된 전하를 모두 합산한다.

암기 포인트

가우스면의 선속은 면의 반지름이 아니라 내부 알짜전하가 결정한다.

NoteBase

문 22. 그림은 기전력이 V이고 내부 저항의 저항값이 r인 전지 양단의 a와 b에 저항값이 R인 저항이 연결된 회로에 일정한 전류 I가 흐르는 것을 나타낸 것이다. $V = 12.0\text{V}$, $r = 0.5\Omega$, $R = 119.5\Omega$일 때, 내부 저항에서 소모되는 전력은 몇 W인가?



① 5×10^{-5}

② 5×10^{-4}

③ 5×10^{-3}

④ 5×10^{-2}

⑤ 5×10^{-1}

정답 3번

출제 포인트

기전력과 내부 저항을 가진 전지의 직렬회로에서 전류를 구한 뒤, 내부 저항에서의 전력 $P_r = I^2 r$를 계산하는 문제이다.

조건 정리

기전력은 $V = 12.0V$, 내부 저항은 $r = 0.5\Omega$, 외부 저항은 $R = 119.5\Omega$이다. 내부 저항과 외부 저항은 직렬이므로 전체 저항은 $R + r = 120.0\Omega$이다. 구할 값은 내부 저항 r에서 소모되는 전력이다.

사용할 공식

직렬회로의 전류는 $I = \frac{V}{R+r}$이고, 저항에서 소모되는 전력은 $P = I^2 R$이다. 여기서는 내부 저항에서의 전력을 구하므로 두 번째 식의 저항 자리에 r을 넣어 $P_r = I^2 r$를 사용한다.

NoteBase

계산 과정

1. 전체 저항은 $R + r = 119.5 + 0.5 = 120.0\Omega$이다.
2. 회로 전류는 $I = \frac{12.0}{120.0} = 0.10A$이다.
3. 내부 저항에서의 전력은 $P_r = (0.10)^2 \times 0.5 = 0.005W = 5 \times 10^{-3}W$이다.

선지 판단

① X: 제시값 $5 \times 10^{-5}W$는 계산값보다 100배 작다. $5 \times 10^{-5}W \rightarrow$ 올바르게는 $5 \times 10^{-3}W$이다.
② X: 제시값 $5 \times 10^{-4}W$는 계산값보다 10배 작다. $5 \times 10^{-4}W \rightarrow$ 올바르게는 $5 \times 10^{-3}W$이다.
③ O: $P_r = I^2 r = (0.10)^2 \times 0.5 = 5 \times 10^{-3}W$이므로 옳다.
④ X: 제시값 $5 \times 10^{-2}W$는 계산값보다 10배 크다. $5 \times 10^{-2}W \rightarrow$ 올바르게는 $5 \times 10^{-3}W$이다.
⑤ X: 제시값 $5 \times 10^{-1}W$는 계산값보다 100배 크다. $5 \times 10^{-1}W \rightarrow$ 올바르게는 $5 \times 10^{-3}W$이다.
계산 결과가 $5 \times 10^{-3}W$이므로 정답은 3번이다.

오답 포인트

내부 저항에서의 전력인데 외부 저항 R을 넣어 계산하거나, $0.10^2 = 0.01$에서 제곱을 빠뜨리면 지수가 달라진다. 전력식에는 반드시 해당 저항 r과 전류의 제곱 I^2를 사용한다.

다시 나오면 이렇게 판단

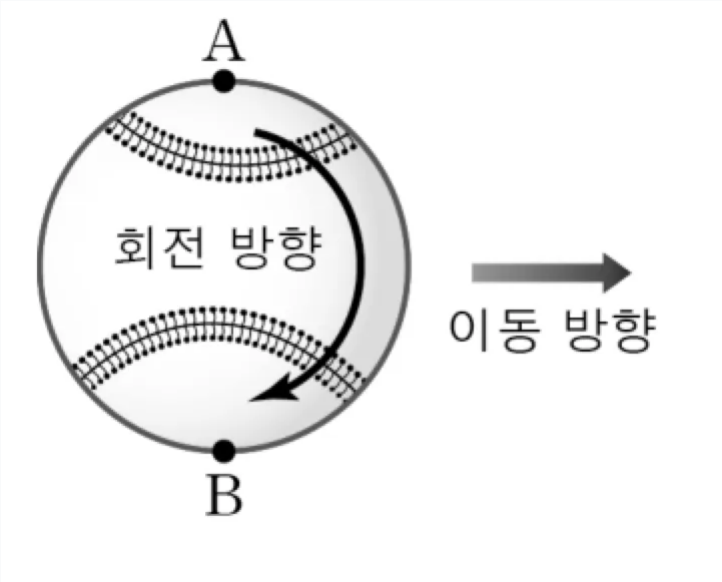
전지와 내부 저항이 있는 직렬회로에서는 먼저 $R + r$로 회로 전류 I를 구한다. 이어 전력을 물은 위치의 저항값을 $P = I^2 R$에 넣어 계산하고, W 단위와 10의 지수를 검산한다.

암기 포인트

직렬회로의 전류는 하나이고, 내부 저항 전력은 $P_r = I^2 r$이다.

NoteBase

문 23. 야구공이 공기 중에서 시계 방향으로 회전하며 오른쪽으로 날아가는 것을 나타낸 그림이다. 공은 한쪽 방향으로 휘어지면서 운동하고 A, B는 공의 위와 아래의 한 점이다. 이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 모두 고른 것은?



<보기>

ㄱ. 공기의 속력은 B보다 A에서 더 빠르다.

ㄴ. 공기에 의한 압력은 B보다 A에서 더 크다.

ㄷ. 공은 회전이 없을 때의 궤적보다 위쪽으로 휘어서 진행한다.

① ㄱ

② ㄴ

③ ㄱ, ㄷ

④ ㄴ, ㄷ

⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

정답 2번

출제 포인트

회전하는 공 주위의 공기 속력 차이와 베르누이 원리에 따른 압력 차이, 그리고 마그누스 힘의 방향을 묻는 문제이다.

NoteBase

핵심 개념

공에 대해 보면 공기는 왼쪽으로 흐른다. 시계 방향 회전에서는 A의 표면은 오른쪽으로, B의 표면은 왼쪽으로 움직인다. 따라서 B에서는 표면 운동이 공기 흐름과 같은 방향이어서 공기 속력이 더 크고, A에서는 반대 방향이어서 더 작다. 유체의 속력이 큰 곳의 압력은 더 작으므로 A의 압력이 B보다 크며, 공은 압력이 큰 A 쪽에서 작은 B 쪽으로, 즉 아래쪽으로 힘을 받는다.

선지별 해설

① X: ㄱ만 옳다는 판단은 틀리다. A보다 B에서 공기의 속력이 더 빠르다.
② O: ㄴ은 옳다. B에서의 공기 속력이 더 크므로 B의 압력이 더 작고, 공기에 의한 압력은 B보다 A에서 더 크다.
③ X: ㄱ, ㄴ이 모두 옳다는 판단은 틀리다. ㄱ의 ‘A에서 더 빠르다’가 틀린 표현이며, 올바르게는 ‘B에서 더 빠르다’이다.
④ X: ㄴ, ㄷ이 모두 옳다는 판단은 틀리다. ㄷ의 ‘위쪽으로 휘어서’가 틀린 표현이며, 올바르게는 ‘회전이 없을 때의 궤적보다 아래쪽으로 휘어서’이다.
⑤ X: ㄱ, ㄴ, ㄷ이 모두 옳다는 판단은 틀리다. ㄱ은 B에서 속력이 더 빠른다는 내용으로, ㄷ은 아래쪽으로 휜다는 내용으로 고쳐야 한다.

오답 포인트

회전 방향만 보고 힘의 방향을 반대로 판단하기 쉽다. 공에 고정된 기준에서 공기 흐름은 이동 방향과 반대인 왼쪽임을 먼저 잡으면, B에서 흐름과 회전이 합쳐져 속력이 커진다는 점을 확인할 수 있다.

다시 나오면 이렇게 판단

공에 대해 공기 흐름 방향을 먼저 정하고, 각 지점에서 공 표면의 회전 속도가 그 흐름과 같은지 반대인지를 비교한다. 같은 방향이면 공기 속력이 커지고 압력은 작아지며, 공은 압력이 큰 쪽에서 작은 쪽으로 휜다.

암기 포인트

공기 속력 큰 쪽은 저압, 공은 고압에서 저압 쪽으로 휜다. 이 문항의 시계 방향 회전 공은 아래로 휜다.

NoteBase

문 24. 도체구에 대전된 전하량이 2×10^{-9}C이고 구의 표면에서 전위가 300V일 때, 도체구의 반지름은 몇 cm인가? (단, 도체구에서 무한대 떨어진 지점의 전위는 0이고, 유전율 상수는 ε_0, $\frac{1}{4\pi\varepsilon_0} = 9 \times 10^9 \mathrm{N \cdot m^2/C^2}$ 이다.)

① 3

② 6

③ 9

④ 12

⑤ 15

정답 2번

출제 포인트

도체구 표면의 전위와 전하량으로부터 도체구의 반지름을 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값은 전하량 $Q = 2 \times 10^{-9} C$, 표면 전위 $V = 300V$, $k = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} = 9 \times 10^9 N \cdot m^2/C^2$이다. 구해야 할 값은 반지름 r이며, 계산 결과의 단위 m를 cm로 바꾸어야 한다.

사용할 공식

고립된 도체구의 표면 전위는 $V = \frac{kQ}{r}$ 이다. 전하가 도체구 표면에 분포하고 무한대에서의 전위를 0으로 잡았으므로, 구의 바깥 전위는 중심에 점전하 Q가 있는 경우와 같아 이 식을 사용한다.

계산 과정

$r = \frac{kQ}{V} = \frac{(9 \times 10^9)(2 \times 10^{-9})}{300} m = \frac{18}{300} m = 0.06m$ 따라서 $0.06m = 6cm$이다.

선지 판단

① X: 계산 결과는 $6cm$이므로 $3cm$가 아니다. 틀린 표현 '3' → 올바르게는 '6'이다.
② O: $r = 6cm$이므로 옳다.
③ X: 계산 결과는 $6cm$이므로 $9cm$가 아니다. 틀린 표현 '9' → 올바르게는 '6'이다.
④ X: 계산 결과는 $6cm$이므로 $12cm$가 아니다. 틀린 표현 '12' → 올바르게는 '6'이다.
⑤ X: 계산 결과는 $6cm$이므로 $15cm$가 아니다. 틀린 표현 '15' → 올바르게는 '6'이다.

오답 포인트

전위식에서 반지름 r은 분모에 있으므로 $r = kQ/V$로 이항한다. 또한 $0.06m$를 $6cm$로 환산하지 않으면 선지의 단위와 맞지 않는다.

NoteBase

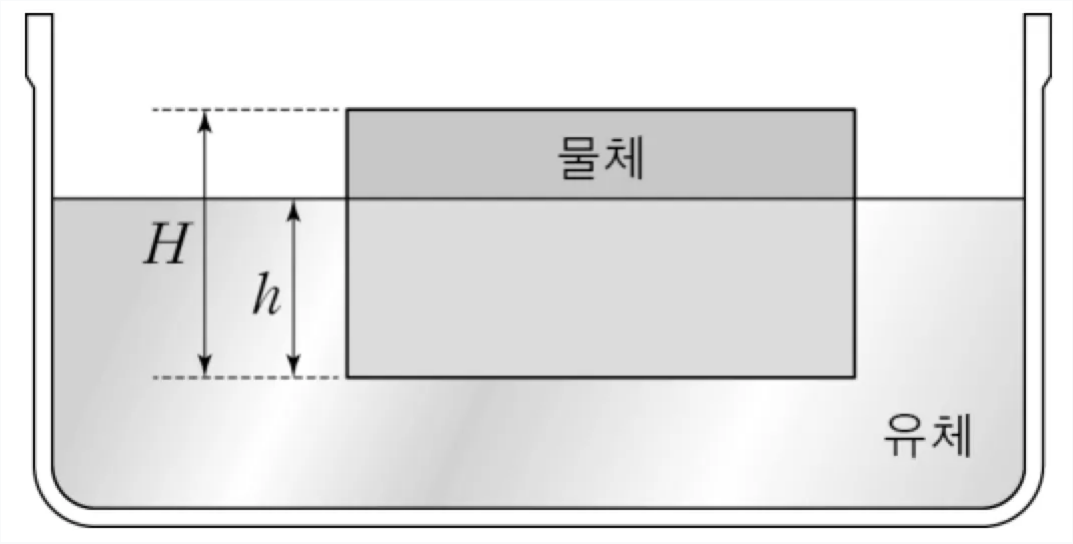
다시 나오면 이렇게 판단

도체구의 전하량과 표면 전위가 주어지면 먼저 $V = kQ/r$를 쓰고, $r = kQ/V$로 정리한 뒤 마지막에 길이 단위를 선지 단위로 환산한다.

암기 포인트

도체구 표면 전위: $V = kQ/r$, 반지름: $r = kQ/V$이다.

문 25. 밀도가 600kg/m^{3}인 직육면체 모양의 물체가 밀도 1000kg/m^{3}인 유체에 떠 있는 것을 나타낸 그림이다. 유체에 잠겨 있는 물체의 깊이(h)가 3.0cm일 때, 물체의 높이 H는 몇 cm인가?



① 4.0

② 4.5

③ 5.0

④ 5.5

⑤ 6.0

정답 3번

출제 포인트

뜨는 직육면체에서 중력과 부력이 평형을 이룰 때, 물체의 밀도와 유체의 밀도 비는 잠긴 부피와 전체 부피의 비와 같다는 원리를 적용하는 문제이다.

조건 정리

물체의 밀도는 $600kg/m^3$이고 유체의 밀도는 $1000kg/m^3$이다. 물체가 잠긴 깊이는 $h = 3.0cm$이며, 구할 값은 물체 전체 높이 H이다. 직육면체는 단면적이 일정하므로 잠긴 부피의 비는 h/H와 같다.

사용할 공식

떠 있는 물체에서는 중력과 부력이 같으므로 _물체V_전체g=_유체V_잠김g 이다. 따라서 _물체_유체=V_잠김V_전체=(h)/(H) 이다. 물체가 뜬 상태이므로 이 평형식을 사용한다.

NoteBase

계산 과정

$\frac{600}{1000} = \frac{3.0}{H}$
$0.6 = \frac{3.0}{H}$
$H = \frac{3.0}{0.6} = 5.0cm$
따라서 물체 전체 높이는 $5.0cm$이다.

선지 판단

① X: $4.0cm$는 계산값 $5.0cm$와 다르다. 틀린 표현인 '4.0'은 '5.0'으로 고쳐야 한다.
② X: $4.5cm$는 계산값 $5.0cm$와 다르다. 틀린 표현인 '4.5'는 '5.0'으로 고쳐야 한다.
③ O: $H = 5.0cm$이므로 옳다.
④ X: $5.5cm$는 계산값 $5.0cm$와 다르다. 틀린 표현인 '5.5'는 '5.0'으로 고쳐야 한다.
⑤ X: $6.0cm$는 계산값 $5.0cm$와 다르다. 틀린 표현인 '6.0'은 '5.0'으로 고쳐야 한다.
계산 결과가 $5.0cm$이므로 정답은 3번이다.

오답 포인트

밀도비 600/1000 = 0.6은 전체 높이 중 잠긴 비율 h/H이다. 이를 H/h로 뒤집으면 물체 높이를 잘못 구하게 된다. 또한 $h = 3.0cm$는 잠긴 깊이이지 전체 높이가 아니다.

다시 나오면 이렇게 판단

떠 있는 물체는 먼저 중력과 부력이 같다고 두고, _물체/_유체=V_잠김/V_전체를 쓴다. 단면적이 일정한 직육면체이면 부피비를 곧바로 h/H로 바꾸어 계산한다.

암기 포인트

뜰 때는 '물체 밀도비 = 잠긴 부피비'이다. 이 문항에서는 $0.6 = h/H$이다.

NoteBase