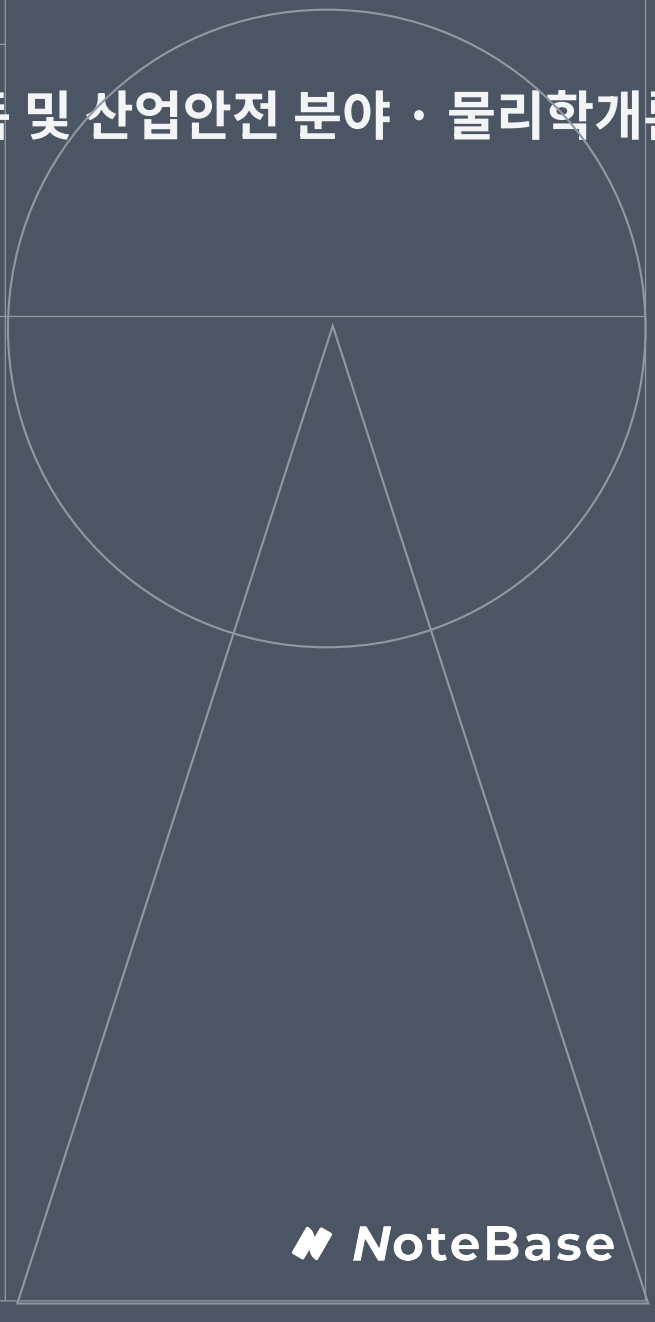
기출OX 해설집

공무원/국가직/7급 근로감독 및 산업안전 분야 · 물리학개론 · 2



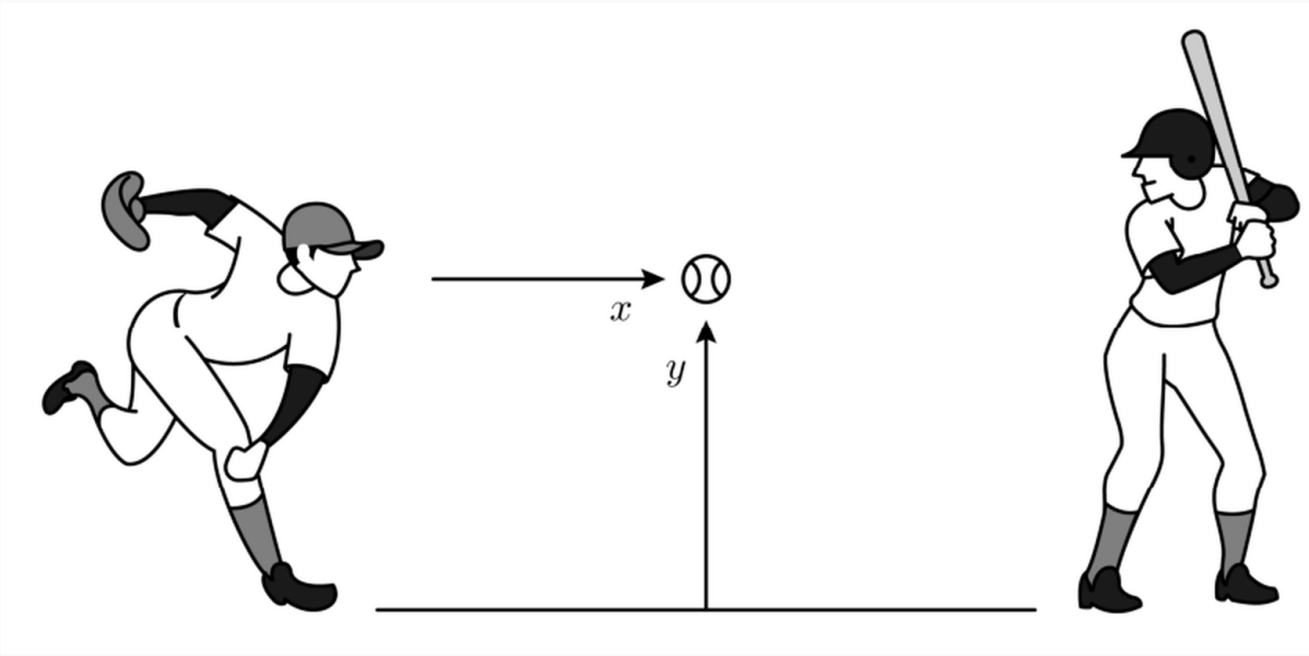
NoteBase

기출OX 해설집

공무원/국가직/7급 근로감독 및 산업안전 분야 · 물리학개론 · 2025 · 2차

공무원/국가직/7급 근로감독 및 산업안전 분야 · 물리학개론 · 2025 · 2차

문 1. 야구 경기에서 투수가 타자 방향(x) 수평으로 던진 공에 대한 설명으로 옳지 않은 것은? (단, 공의 회전과 공기와의 마찰은 무시하고, 중력은 지면에 수직 방향으로만 영향을 미친다)



① 공은 x축 방향으로 등속 운동을 한다.

② 투수의 손을 떠난 순간부터 공의 운동에너지는 일정하다.

③ 공은 y축 방향으로 등가속도 운동을 한다.

④ 투수가 던진 공이 빠를수록 타자 위치에서 공의 높이 y는 높아진다.

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 공기 저항이 없는 수평방향 포물선 운동에서 수평성분과 연직성분을 분리하여 판단하는 문제이다.

NoteBase

선지별 해설

① O: x축 방향에는 힘이 작용하지 않으므로 $a_x = 0$이다. 따라서 수평속도는 일정하고, 공은 x축 방향으로 등속 운동을 한다.
② X: 공이 손을 떠난 뒤에도 중력이 계속 작용하므로 전체 속력은 일정하지 않다. y방향 속도 성분이 계속 변해 $v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2}$가 달라지므로 운동에너지도 일정하지 않다. 틀린 표현은 '운동에너지는 일정하다'이고, 올바르게는 '운동에너지는 일정하지 않고 공기 저항이 없으면 역학적 에너지가 일정하다'이다.
③ O: y축 방향에는 중력만 작용하므로 가속도는 항상 $a_y = -g$로 일정하다. 따라서 y축 방향 운동은 등가속도 운동이다.
④ O: 타자까지의 수평거리를 L이라 하면 도달 시간은 $t = L/v_x$이다. 따라서 타자 위치에서의 높이는 $y = y_0 - \frac{1}{2}g(L/v_x)^2$가 되어, 던진 속도가 빠를수록 낙하 시간이 짧아져 y값은 더 커진다.

오답 포인트

②는 수평방향 속도가 일정하다는 사실을 전체 속력과 운동에너지까지 일정하다고 잘못 확장하게 만드는 함정이다. ④도 빠른 공이 더 크게 떨어질 것처럼 직감하기 쉽지만, 같은 타자 위치에서는 비행 시간이 짧아져 낙하량이 줄어든다는 점을 놓치기 쉽다.

다시 나오면 이렇게 판단

포물선 운동 문항은 축을 분리해서 판단한다. 수평방향은 합력 유무로 a_x를, 연직방향은 중력으로 $a_y = -g$를 먼저 정하고, 특정 위치의 높이는 도달 시간 t=거리/v_x를 구해 판단한다.

암기 포인트

포물선 운동은 가로는 등속, 세로는 중력 등가속도, 운동에너지는 일정하지 않다고 정리된다.

NoteBase

문 2. 파동의 편광에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 안경 제작에서 특정 방향으로 진동하는 빛을 제거하는 데 사용된다.

② 편광되지 않은 빛이 산란, 반사 또는 굴절로 인하여 편광될 수 있다.

③ 두 편광판의 투과 축 사이의 각이 θ라면 두 편광판을 통과한 빛의 세기는 $\cos\theta$에 비례한다.

④ 편광은 횡파에서만 발생하고 종파에서는 발생하지 않는다.

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 편광의 발생 조건과 두 편광판을 지날 때의 빛의 세기 관계를 구별하는 문제이다.

핵심 개념

편광은 횡파의 진동 방향을 특정 방향으로 제한하는 현상이다.
편광판은 특정 진동 방향 성분만 통과시키고 그에 수직인 성분은 제거한다.
두 편광판의 투과축 사이의 각이 θ이면 통과한 빛의 세기는 $I = I_0\cos^2\theta$를 따른다.

선지별 해설

① O
편광판은 특정 방향의 진동 성분만 선택적으로 통과시키므로 안경에서 눈부심을 만드는 특정 편광 성분을 줄이는 데 사용된다.
② O
편광되지 않은 빛도 산란, 반사, 굴절을 거치면 특정 방향 성분이 상대적으로 우세해져 편광될 수 있다.
③ X
틀린 부분은 "빛의 세기는 cosθ에 비례한다"는 표현이다.
실제로 세기는 $\cos^2\theta$에 비례하며, $\cos\theta$에 비례하는 것은 전기장 진폭 성분이다.
④ O
편광은 진동 방향이 진행 방향에 수직인 횡파에서만 나타나고, 진행 방향으로 진동하는 종파에서는 나타나지 않는다.

오답 포인트

③은 진폭과 세기를 혼동하면 틀리기 쉽다. 편광판을 지난 뒤 전기장 성분은 $\cos\theta$로 줄지만, 세기는 그 제곱인 $\cos^2\theta$로 줄어든다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

편광 문항에서는 먼저 편광이 횡파에서만 가능한지 확인하고, 편광판이 두 개 나오면 진폭인지 세기인지 구분해 $\cos\theta$와 $\cos^2\theta$를 나누어 판단한다.

암기 포인트

편광은 횡파에서만 나타나고, 두 편광판 뒤의 세기는 $I \propto \cos^2\theta$이다.

NoteBase

문 3. 속력 45m/s로 던진 야구공의 드브로이 파장이 λ일 때, 10배 빠르게 던진 야구공의 드브로이 파장은?

① 0.01λ

② 0.1λ

③ 10λ

④ 100λ

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 드브로이 파장 $\lambda = h/p = h/(mv)$가 속도에 반비례한다는 관계로 새로운 파장을 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 속력 45m/s에서의 드브로이 파장은 λ이다.
구해야 할 값: 속력을 10배로 했을 때의 드브로이 파장이다.
주의할 조건: 같은 야구공이므로 질량 m은 일정하고, 속도만 10배가 된다.

사용할 공식

드브로이 파장은 $\lambda = h/(mv)$이다.
이 공식을 쓰는 이유: 플랑크 상수 h와 질량 m이 같으면 파장은 속도 v에만 반비례하므로 속도가 몇 배가 되는지만 비교하면 된다.

계산 과정

1. 같은 물체이므로 h와 m은 일정하다.
2. 따라서 $\lambda \propto 1/v$이다.
3. 속도가 10배가 되면 파장은 1/10배가 되므로 새로운 파장은 $\lambda/10 = 0.1\lambda$이다.

선지별 해설

① X: 0.01λ는 원래 파장의 1/100이므로 속도가 100배일 때에 해당한다. 틀린 표현은 "10배 빠르게"에 대응하는 값을 1/100로 본 점이며, 올바르게는 100배 빠를 때 0.01λ가 된다.
② O: 질량이 같으면 $\lambda \propto 1/v$이다. 속도가 10배가 되면 파장은 1/10배가 되므로 0.1λ가 맞다.
③ X: 10λ는 파장이 10배 커진 경우이므로 속도가 1/10로 느려질 때에 해당한다. 틀린 표현은 "10배 빠르게"인데 파장을 10배 크게 본 점이며, 올바르게는 10배 느려질 때 10λ가 된다.
④ X: 100λ는 파장이 100배 커진 경우이므로 속도가 1/100로 줄어들 때의 값이다. 틀린 표현은 속도 증가와 파장 증가를 같은 방향으로 본 점이며, 올바르게는 100배 느려질 때 100λ가 된다.

NoteBase

오답 포인트

드브로이 파장은 속도와 반비례하는데, 속도가 커지면 파장도 커진다고 같은 방향으로 착각하기 쉽다. 또 10배 변화와 100배 변화를 혼동하면 ①을 고르기 쉽다.

다시 나오면 이렇게 판단

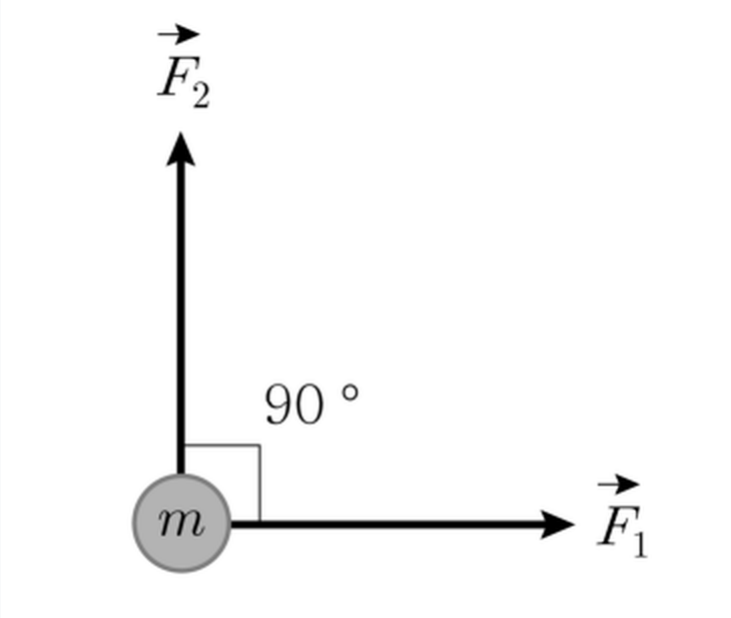
드브로이 파장 문제는 먼저 $\lambda = h/(mv)$를 떠올리고, 같은 물체인지 확인한 뒤 파장이 속도의 역수로 변한다는 비례식으로 몇 배 변화를 바로 판단한다.

암기 포인트

드브로이 파장은 속도가 빠를수록 짧아진다.

NoteBase

문 4. 그림과 같이 질량 m이 5.0 kg인 물체에 두 힘 $\vec{F}_1$과 $\vec{F}_2$가 작용하고 있다. $\vec{F}_1 = (20.0\hat{i})\text{N}$이고 $\vec{F}_2 = (15.0\hat{j})\text{N}$일 때, 물체의 가속도 [m/s^2]는?



① $2.0\hat{i} + 3.0\hat{j}$
② $4.0\hat{i} + 1.5\hat{j}$
③ $4.0\hat{i} + 3.0\hat{j}$
④ $6.0\hat{i} + 3.0\hat{j}$

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 뉴턴의 제2법칙 $\vec{a} = \vec{F}_{\text{net}}/m$를 성분별로 적용하여 가속도 벡터를 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 질량은 5.0 kg, 힘은 $\vec{F}_1 = (20.0\hat{i})\text{N}$, $\vec{F}_2 = (15.0\hat{j})\text{N}$이다.
구해야 할 값: 물체의 가속도 $\vec{a}$이다.
주의할 조건: 두 힘은 서로 수직이지만, 이 문제에서는 합력의 크기보다 x축과 y축 성분을 각각 질량으로 나누는 방식이 더 직접적이다.

사용할 공식

사용 공식은 $\vec{F}_{\text{net}} = m\vec{a}$, 따라서 $\vec{a} = \vec{F}_{\text{net}}/m$이다.
이 공식을 쓰는 이유는 문제에서 질량과 작용하는 힘의 벡터 성분이 직접 주어졌으므로, 합력을 구한 뒤 질량으로 나누면 가속도 벡터를 바로 얻을 수 있기 때문이다.

NoteBase

계산 과정

1. 합력은 두 힘의 벡터합이므로 $\vec{F}_{\text{net}} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 = (20.0\hat{i} + 15.0\hat{j})\text{N}$이다.
2. 가속도는 $\vec{a} = \vec{F}_{\text{net}}/m$이므로 $\vec{a} = \frac{20.0\hat{i} + 15.0\hat{j}}{5.0}\text{m/s}^2$이다.
3. 성분별로 나누면 $\vec{a} = (4.0\hat{i} + 3.0\hat{j})\text{m/s}^2$이다.

선지 판단

① X: x성분이 틀리다. 계산 결과 x성분은 $20.0/5.0 = 4.0$이므로 $2.0\hat{i} + 3.0\hat{j}$는 맞지 않는다. 틀린 표현은 $2.0\hat{i}$이고, 올바르게는 $4.0\hat{i}$이다.
② X: y성분이 틀리다. 계산 결과 y성분은 $15.0/5.0 = 3.0$이므로 $4.0\hat{i} + 1.5\hat{j}$는 맞지 않는다. 틀린 표현은 $1.5\hat{j}$이고, 올바르게는 $3.0\hat{j}$이다.
③ O: x성분과 y성분이 각각 4.0과 3.0으로 계산되므로 $4.0\hat{i} + 3.0\hat{j}$가 정확하다.
④ X: y성분은 맞지만 x성분이 틀리다. 계산 결과 x성분은 4.0이므로 $6.0\hat{i} + 3.0\hat{j}$는 맞지 않는다. 틀린 표현은 $6.0\hat{i}$이고, 올바르게는 $4.0\hat{i}$이다.

오답 포인트

수험생이 합력의 각 성분을 질량으로 나누지 않고 힘의 수치 자체를 답처럼 보거나, 한 성분만 나누고 다른 성분은 그대로 두면 ①, ②, ④ 같은 오답이 나온다. 특히 수직이라는 그림에만 집중해 합력의 크기를 먼저 구하려다 성분 계산을 놓치기 쉽다.

다시 나오면 이렇게 판단

벡터 힘이 성분 형태로 주어지면 먼저 x축과 y축 합력을 각각 정리하고, 그다음 각 성분을 질량으로 나누어 가속도 성분을 구하면 된다. 계산형 벡터 문제는 성분 정리 -> $\vec{F} = m\vec{a}$ 적용 -> 선지 대조 순서로 판단한다.

암기 포인트

가속도 벡터는 합력 벡터를 질량으로 나눈 값이므로, 성분별로 $a_x = F_x/m$, $a_y = F_y/m$이다.

NoteBase

문 5. 가장 무거운 입자를 방출하는 방사선 붕괴는?

① α 붕괴
② β^- 붕괴
③ β^+ 붕괴
④ γ 붕괴

정답 1번

출제 포인트

이 문제는 α붕괴, β^-붕괴, β^+붕괴, γ붕괴가 각각 어떤 입자를 방출하는지와 그 질량 차이를 묻는 문제이다.

핵심 개념

α붕괴는 헬륨 원자핵 ^4_2He을 방출하는 붕괴이며, 무거운 핵입자를 내보낸다.
β^-붕괴는 전자를 방출하는 붕괴이며, 방출 입자의 질량은 전자 질량이다.
β^+붕괴는 양전자를 방출하는 붕괴이며, 양전자의 질량은 전자와 같다.
γ붕괴는 광자를 방출하는 붕괴이며, 광자의 정지질량은 0이다.

선지별 해설

① O. α붕괴에서 나오는 α입자는 헬륨 원자핵 ^4_2He이므로 전자나 양전자, 광자보다 훨씬 무겁다.
② X. 틀린 표현은 "가장 무거운 입자"이다. 실제로는 β^-붕괴는 전자를 방출하므로 α입자보다 매우 가볍다.
③ X. 틀린 표현은 "가장 무거운 입자"이다. 실제로는 β^+붕괴는 양전자를 방출하며, 양전자의 질량은 전자와 같아서 α입자보다 훨씬 가볍다.
④ X. 틀린 표현은 "가장 무거운 입자"이다. 실제로는 γ붕괴는 광자를 방출하며, 광자의 정지질량은 0이다.

오답 포인트

γ선은 투과력이 커서 강한 방사선으로 느껴지지만, 투과력과 입자 질량은 다른 기준이다. 이 문항은 세기나 투과력이 아니라 실제로 방출되는 입자의 질량을 비교해야 한다는 점이 함정이다.

다시 나오면 이렇게 판단

각 붕괴가 무엇을 내보내는지부터 대응시키면 된다. α는 헬륨 원자핵, β^-는 전자, β^+는 양전자, γ는 광자이므로 질량 비교에서는 α가 가장 무겁다.

암기 포인트

α는 핵, β는 전자급, γ는 광자이다.

NoteBase

문 6. 이중 슬릿 실험 장치에서 단색광을 사용하였을 때 스크린에 밝은 무늬와 어두운 무늬가 주기적으로 나타난다. 이웃하는 밝은 무늬 사이의 간격을 늘리는 방법으로 옳지 않은 것은?

① 진동수가 큰 단색광을 사용한다.

② 긴 파장의 단색광을 사용한다.

③ 이중 슬릿과 스크린 사이의 거리를 늘린다.

④ 이중 슬릿에서 두 슬릿 사이의 간격을 줄인다.

정답 1번

출제 포인트

이 문제는 이중 슬릿 간섭에서 밝은 무늬 간격 Δy가 파장 λ, 스크린까지의 거리 L, 슬릿 사이 간격 d, 진동수 f와 어떻게 연결되는지를 묻는 문제이다.

조건 정리

밝은 무늬 간격을 늘리는 조건을 찾는 문제이다.
발문은 '옳지 않은 것'이므로 간격을 늘리지 못하는 선택지가 정답이다.
변수 관계는 파장 λ, 스크린 거리 L, 슬릿 간격 d, 진동수 f이다.

사용할 공식

공식은 $\Delta y = \frac{\lambda L}{d}$, $\lambda = \frac{c}{f}$이다.
이 공식을 쓰는 이유는 이중 슬릿의 밝은 무늬 간격이 파장과 스크린 거리에는 비례하고 슬릿 사이 간격에는 반비례하기 때문이다.
따라서 $\Delta y \propto \frac{L}{fd}$로 판단할 수 있다.

선지별 해설

① X. 진동수가 크면 $\lambda = c/f$에 따라 파장이 짧아지므로 밝은 무늬 간격은 오히려 줄어든다. 틀린 표현은 '간격을 늘리는 방법'이고, 올바르게는 '진동수가 큰 단색광을 사용하면 간격이 줄어든다'이다.
② O. 긴 파장의 단색광을 사용하면 $\Delta y = \lambda L/d$에서 λ가 커지므로 이웃한 밝은 무늬 간격이 커진다.
③ O. 이중 슬릿과 스크린 사이의 거리 L를 늘리면 Δy가 L에 비례하여 커진다.
④ O. 두 슬릿 사이의 간격 d를 줄이면 Δy가 d에 반비례하므로 간격이 커진다.

오답 포인트

진동수와 파장을 같은 방향으로 착각하면 ①을 옳은 방법으로 오판하기 쉽다. 이 문제의 함정은 '진동수 증가'를 곧바로 '빛의 세기 증가'처럼 받아들이는 데 있지 않고, 실제로는 f가 커질수록 λ가 작아진다는 점을 놓치는 데 있다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

간섭무늬 간격 문제는 먼저 $\Delta y = \lambda L/d$를 떠올린 뒤 분자가 커지는 변화인지 분모가 작아지는 변화인지로 판단한다. 진동수가 제시되면 바로 $\lambda = c/f$를 연결해 파장과 반대 방향으로 움직인다는 점을 먼저 확인하면 된다.

암기 포인트

밝은 무늬 간격은 파장과 스크린 거리가 클수록 넓어지고, 슬릿 사이 간격이 클수록 좁아진다.

NoteBase

문 7. 비행기가 속력 100m/s로 관제탑을 향해 다가오면서 소리를 내고 있다. 또한 관제탑에서도 비행기를 향해서 경고음을 내고 있다. 도플러 효과를 고려할 때 (가), (나)에 들어갈 용어를 바르게 연결한 것은? (단, 음속은 300m/s이다)

관제탑에서 듣는 비행기 소리의 진동수는 (가), 비행기에서 듣는 관제탑 경고음의 진동수는 (나).

① (가) 증가하고, (나) 증가한다
② (가) 증가하고, (나) 감소한다
③ (가) 감소하고, (나) 증가한다
④ (가) 감소하고, (나) 감소한다

정답 1번

출제 포인트

이 문제는 도플러 효과에서 움직이는 음원과 움직이는 관측자를 구분하여 관측 진동수의 증감 방향을 판단하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 비행기 속력은 100m/s이고 음속은 300m/s이다.
구해야 할 값: 관제탑이 듣는 비행기 소리의 진동수 변화와 비행기가 듣는 관제탑 경고음의 진동수 변화이다.
주의할 조건: (가)는 움직이는 음원이 정지한 관측자에게 접근하는 경우이고, (나)는 정지한 음원에 관측자가 접근하는 경우이다.

사용할 공식

움직이는 음원이 정지한 관측자에게 접근할 때는 $f' = \frac{v}{v - v_s} f$이고, 정지한 음원에 관측자가 접근할 때는 $f' = \frac{v + v_o}{v} f$이다.
이 공식을 쓰는 이유: 도플러 효과에서는 음원이 움직일 때와 관측자가 움직일 때 진동수 변화가 생기는 방식이 서로 다르기 때문이다.

계산 과정

1. 관제탑이 듣는 비행기 소리는 음원인 비행기가 관제탑 쪽으로 접근하므로 $f' = \frac{300}{300 - 100} f = \frac{300}{200} f = 1.5f$가 된다.
2. $1.5f$는 원래 진동수보다 크므로 (가)는 증가한다.
3. 비행기가 듣는 관제탑 경고음은 관측자인 비행기가 정지한 음원인 관제탑 쪽으로 접근하므로 $f' = \frac{300 + 100}{300} f = \frac{400}{300} f = \frac{4}{3} f$가 된다.
4. $\frac{4}{3} f$도 원래 진동수보다 크므로 (나)도 증가한다.

NoteBase

선지 판단

① O: (가)는 증가하고 (나)도 증가한다. 두 경우 모두 음원과 관측자가 서로 가까워지므로 관측 진동수가 커진다.
② X: (나)를 '감소한다'고 본 부분이 틀리다. 비행기는 관제탑 쪽으로 접근하는 관측자이므로 들리는 경고음의 진동수는 감소가 아니라 증가한다.
③ X: (가)를 '감소하고'로 본 부분이 틀리다. 비행기는 관제탑 쪽으로 접근하는 음원이므로 관제탑에서 듣는 비행기 소리는 감소가 아니라 증가한다.
④ X: (가), (나)를 모두 '감소한다'로 본 부분이 틀리다. 서로 멀어질 때만 감소하고, 이 문항은 두 경우 모두 서로 접근하는 상황이다.

오답 포인트

움직이는 주체가 음원인지 관측자인지를 섞어 생각하면 분자와 분모를 뒤집어 판단하게 된다. 이 문항은 두 경우 모두 '접근'이라는 공통점이 있으므로 결과 방향은 둘 다 증가인데, 공식을 기계적으로 외우면 (나)를 감소로 착각하기 쉽다.

다시 나오면 이렇게 판단

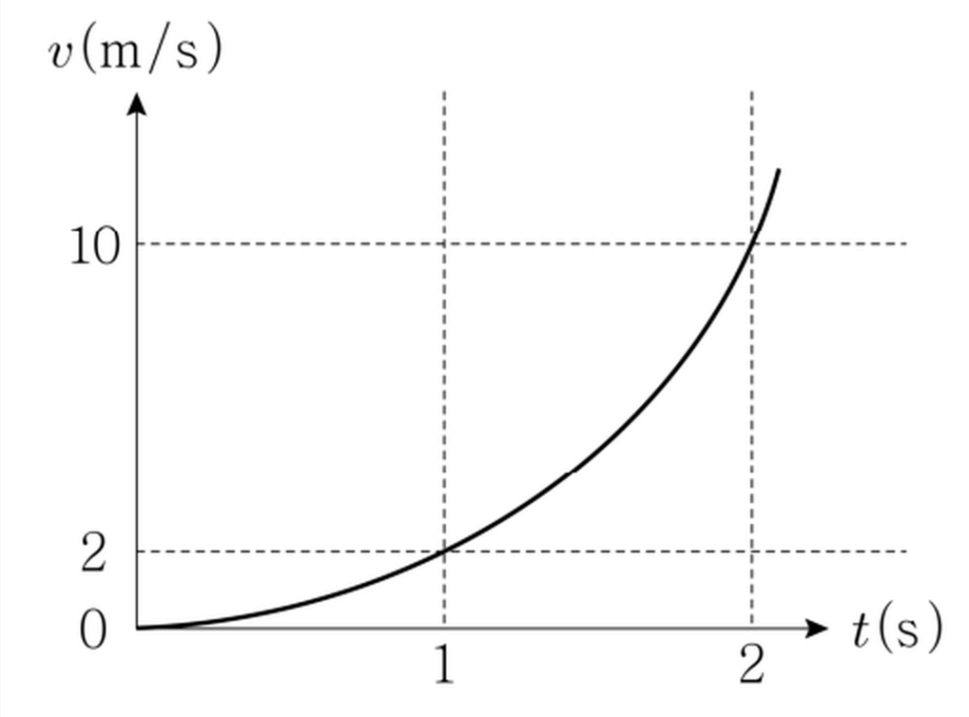
도플러 문제는 먼저 누가 움직이는지 정한 뒤, 서로 가까워지면 관측 진동수는 증가하고 멀어지면 감소한다는 방향을 먼저 판단한다. 그다음 음원 이동은 파장 변화, 관측자 이동은 받아들이는 횟수 변화로 정리하면 헷갈리지 않는다.

암기 포인트

도플러 효과는 가까워지면 증가하고 멀어지면 감소한다. 음원 이동은 파장을 바꾸고, 관측자 이동은 단위시간당 받아들이는 파면 수를 바꾼다.

NoteBase

문 8. 그림은 1차원 직선운동을 하는 물체의 속도v-시간t 그래프이다. 시간 $t = 1\text{s}$에서 $t = 2\text{s}$의 시간 간격 동안 물체의 평균 가속도[m/s^2]는?



① 2

② 3.5

③ 5

④ 8

정답 4번

출제 포인트

속도-시간 그래프에서 두 시점의 속도를 읽고 평균가속도 $a_{avg} = \frac{\Delta v}{\Delta t}$를 적용하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값은 $t = 1s$일 때 $v = 2m/s$, $t = 2s$일 때 $v = 10m/s$이다.
구해야 할 값은 $t = 1s$부터 $t = 2s$까지 1초 동안의 평균가속도이다.
그래프의 모양이 곡선이어도 평균가속도는 구간의 처음 속도와 끝 속도로 계산된다.

NoteBase

사용할 공식

$a_{avg} = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{v_2 - v_1}{t_2 - t_1}$

평균가속도는 속도의 변화량을 시간 변화량으로 나눈 값이므로, 속도-시간 그래프에서는 해당 구간의 시작점과 끝점의 속도만 정확히 읽으면 된다.

계산 과정

1. 그래프에서 $v_1 = 2m/s$, $v_2 = 10m/s$를 읽는다.
2. 속도 변화량은 $\Delta v = 10 - 2 = 8m/s$이다.
3. 시간 변화량은 $\Delta t = 2 - 1 = 1s$이다.
4. 따라서 평균가속도는 $a_{avg} = \frac{8}{1} = 8m/s^2$이다.

선지별 해설

① X

2는 $t = 1s$에서의 속도값일 뿐 평균가속도가 아니다. 이 구간의 평균가속도는 속도 변화량 8을 시간 1로 나눈 8이다.

틀린 표현 → 평균가속도는 2이다.

올바르게는 평균가속도는 $8m/s^2$이다.

② X

3.5는 그래프의 곡선을 중간값처럼 감으로 읽어 얻는 값이지 평균가속도 공식으로 나온 값이 아니다.

평균가속도는 중간 높이가 아니라 구간 양 끝의 속도 차로 판단한다.

틀린 표현 → 평균가속도는 3.5이다.

올바르게는 평균가속도는 $8m/s^2$이다.

③ X

5는 $10m/s$를 2초로 나누는 식의 오산에서 나오기 쉬운 값이다. 평균가속도는 최종 속도를 전체 시간으로 나누는 값이 아니라, 구간 속도 증가량을 구간 시간으로 나눈 값이다.

틀린 표현 → 평균가속도는 5이다.

올바르게는 평균가속도는 $8m/s^2$이다.

④ O

그래프에서 $t = 1s$일 때 2, $t = 2s$일 때 10을 읽으면 $a_{avg} = \frac{10-2}{2-1} = 8$이 된다. 평균가속도는 $8m/s^2$이므로 옳다.

NoteBase

오답 포인트

곡선 그래프를 보면 순간적인 기울기와 평균가속도를 혼동하기 쉽다. 이 문항은 그래프의 모양이 곡선이라는 점 때문에 복잡한 미분을 떠올리게 만들지만, 실제로는 지정된 두 시점의 속도만 읽어 $\Delta v/\Delta t$를 계산하면 끝난다.

다시 나오면 이렇게 판단

속도-시간 그래프에서 평균가속도를 묻는 문항은 먼저 구간의 시작 시각과 끝 시각을 표시하고, 그 두 점의 속도를 읽은 뒤 (v_끝-v_처음)/(t_끝-t_처음)만 계산하면 된다.

암기 포인트

평균가속도는 곡선의 모양이 아니라 구간 양 끝의 속도 차와 시간 차로 정해진다.

NoteBase

문 9. 고온 열원의 온도가 $T_H = 600K$, 저온 열원의 온도가 $T_C = 300K$일 때, 카르노 기관의 최대 효율[%]은?

① 30

② 40

③ 50

④ 60

정답 3번

출제 포인트

카르노 기관의 최대 효율 공식을 적용해 효율을 백분율로 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: $T_H = 600K$, $T_C = 300K$이다.
구해야 할 값: 카르노 기관의 최대 효율[%]이다.
주의할 조건: 카르노 효율은 절대온도 K를 사용한다.

사용할 공식

$\eta_{\max} = 1 - \frac{T_C}{T_H}$
이 공식을 쓰는 이유: 카르노 기관의 최대 효율은 고온 열원과 저온 열원의 절대온도 비로만 정해지기 때문이다.

계산 과정

1. $\frac{T_C}{T_H} = \frac{300}{600} = 0.5$이다.
2. $\eta_{\max} = 1 - 0.5 = 0.5$이다.
3. 백분율로 바꾸면 $0.5 \times 100 = 50\%$이다.

선지별 해설

① X: 계산 결과는 50%이므로 30%는 틀리다. 틀린 표현은 "30"이고, 올바르게는 "50"이다.
② X: 계산 결과는 50%이므로 40%는 틀리다. 틀린 표현은 "40"이고, 올바르게는 "50"이다.
③ O: $\eta_{\max} = 50\%$이므로 옳다.
④ X: 계산 결과는 50%이므로 60%는 틀리다. 틀린 표현은 "60"이고, 올바르게는 "50"이다.

오답 포인트

카르노 효율은 $1 - \frac{T_C}{T_H}$로 계산한다. 이 문항은 효율[%]를 묻기 때문에 계산값 0.5를 최종적으로 50%로 읽는지까지 확인해야 한다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

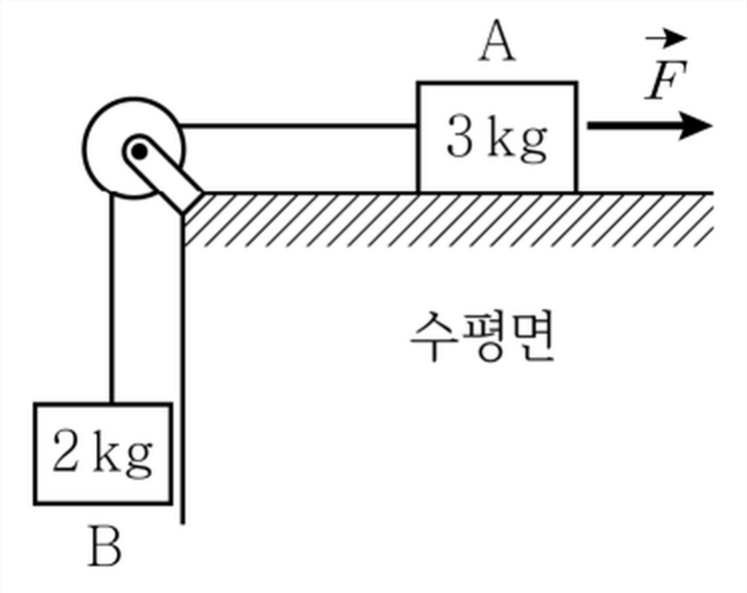
열기관 효율 문제는 먼저 고온 열원과 저온 열원을 구분한 뒤 1-(낮은 온도)/(높은 온도)를 적용하고, 마지막에 답의 표시가 소수인지 백분율인지 확인한다.

암기 포인트

카르노 최대 효율은 $1 - \frac{T_C}{T_H}$이며, 낮은 온도를 높은 온도로 나눈 값을 1에서 뺀다.

NoteBase

문 10. 그림과 같이 질량 3 kg인 물체 A가 마찰이 없는 수평면에 놓여 있고, 질량 2 kg인 물체 B가 회전과 마찰이 없는 도르래를 통해 물체 A와 가는 줄로 연결된 채 매달려 있다. 물체 A에 화살표 방향으로 힘 $\vec{F}$를 가하여 5m/s^2로 가속할 때, 줄에 가해지는 장력의 크기[N]는? (단, 공기 저항은 무시하고, 줄은 질량을 무시할 수 있고 늘어나지 않으며, 중력 가속도는 10m/s^2이다)



① 30

② 40

③ 50

④ 75

정답 1번

출제 포인트

이 문제는 연결된 두 물체가 같은 크기의 가속도를 가질 때, 매달린 물체 *B*의 운동방정식으로 장력 *T*를 구할 수 있는지를 묻는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 물체 *A*의 질량은 3 kg, 물체 *B*의 질량은 2 kg, 가속도는 5m/s^2, 중력 가속도는 10m/s^2이다.
구해야 할 값: 줄의 장력 *T*이다.
주의할 조건: 줄은 늘어나지 않으므로 *A*가 오른쪽으로 5m/s^2 가속하면 *B*는 위쪽으로 5m/s^2 가속한다.

NoteBase

사용할 공식

매달린 물체 B에 대해 위쪽을 +방향으로 잡으면 운동방정식은 $T - mg = ma$이다.
이 공식을 쓰는 이유: 장력은 줄 전체에서 같고, B에는 위로 장력 T, 아래로 무게 mg가 작용하므로 B의 힘 평형이 아니라 가속 운동 식으로 바로 장력을 구할 수 있다.

계산 과정

1. 물체 B의 무게는 $mg = 2 \times 10 = 20N$이다.
2. 물체 B는 위로 $5m/s^2$ 가속하므로 $T - 20 = 2 \times 5$가 된다.
3. 따라서 $T - 20 = 10$, $T = 30N$이다.

선지 판단

① O: 계산 결과 장력은 30 N이므로 옳다.
② X: 40 N이라는 값이 나오지 않는다. 틀린 표현은 장력을 40 N으로 본 부분이고, 올바르게는 30 N이다.
③ X: 50 N이라는 값이 나오지 않는다. 틀린 표현은 장력을 50 N으로 본 부분이고, 올바르게는 30 N이다.
④ X: 75 N이라는 값이 나오지 않는다. 틀린 표현은 장력을 75 N으로 본 부분이고, 올바르게는 30 N이다.

오답 포인트

물체 A와 B를 하나로 묶어 본 뒤 그 결과를 그대로 장력으로 착각하면 틀린다. 장력은 매달린 물체 B 하나의 운동방정식을 세우면 가장 직접적으로 구해진다.

다시 나오면 이렇게 판단

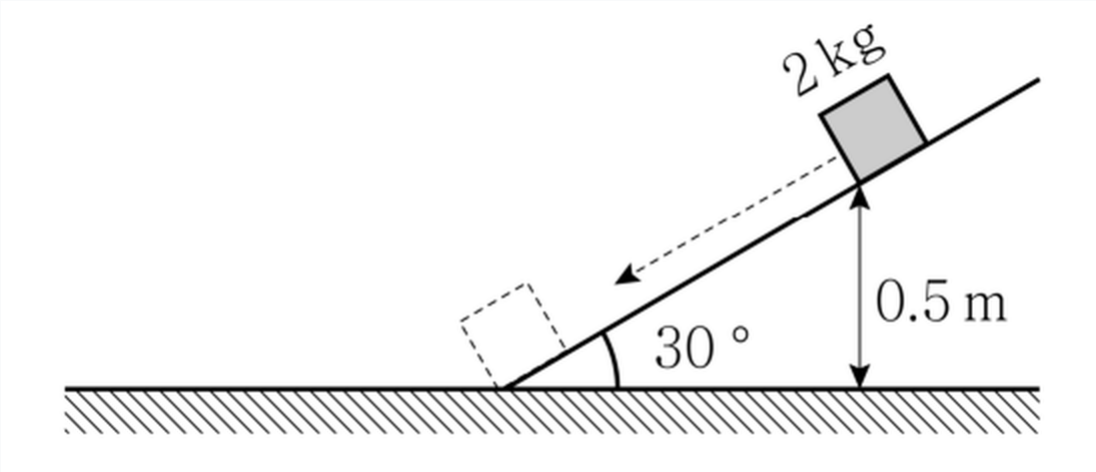
도르래 연결 문제는 먼저 두 물체의 가속도 방향이 같은지 반대인지 확인하고, 그다음 장력을 포함하는 한 물체를 따로 떼어 $\sum F = ma$를 세우면 된다.

암기 포인트

매달린 물체가 위로 가속하면 $T = mg + ma$가 된다.

NoteBase

문 11. 그림과 같이 경사각이 $30\,^\circ$, 운동마찰계수가 $\frac{\sqrt{3}}{2}$인 경사면을 따라 질량 2 kg인 물체가 바닥으로부터 수직 높이 0.5m인 지점에서 초기 속력 v로 움직이기 시작했다. 물체가 미끄러져 내려와 바닥에 도달하는 순간 물체의 속력이 0이 되었다면 물체의 초기 속력 v[m/s]는? (단, 중력 가속도는 10m/s^2이다)



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

정답 2번

출제 포인트

경사면에서 중력 성분, 운동마찰력, 이동거리를 이용해 일-에너지 관계로 초기 속력을 구하는 문제이다.

조건 정리

질량은 2 kg이다.
경사각은 $30\,^\circ$이다.
운동마찰계수는 $\mu = \frac{\sqrt{3}}{2}$이다.
바닥으로부터 수직 높이는 0.5m이므로 경사면을 따라 이동한 거리는 $s = \frac{0.5}{\sin 30\,^\circ} = 1m$이다.
바닥에 도달하는 순간 속력은 0이다.

NoteBase

기출OX 해설집 · 공무원/국가직/7급 근로감독 및 산업안전 분야 · 물리학개론 · 2025 · 2차

사용할 공식

일-에너지 정리를 사용한다.
$\frac{1}{2}mv^2 + mgh - fs = 0$
$f = \mu N, \quad N = mg\cos\theta, \quad s = \frac{h}{\sin\theta}$
이 공식을 쓰는 이유는 물체가 내려오는 동안 중력은 에너지를 더하고 마찰은 에너지를 빼며, 바닥에서 최종 운동에너지가 0이기 때문이다.

계산 과정

1. 이동거리는 $s = \frac{0.5}{\sin 30^\circ} = 1m$이다.
2. 중력이 한 일은 $mgh = 2 \times 10 \times 0.5 = 10J$이다.
3. 수직항력은 $N = mg\cos 30^\circ = 2 \times 10 \times \frac{\sqrt{3}}{2} = 10\sqrt{3}N$이다.
4. 운동마찰력의 크기는 $f = \mu N = \frac{\sqrt{3}}{2} \times 10\sqrt{3} = 15N$이다.
5. 마찰이 한 일의 크기는 $fs = 15 \times 1 = 15J$이다.
6. 따라서 $\frac{1}{2}mv^2 + 10 - 15 = 0$이고, $m = 2kg$이므로 $\frac{1}{2}mv^2 = v^2$가 되어 $v^2 = 5$이다.
7. 초기 속력은 $v = \sqrt{5}m/s$이다.

선지별 해설

① X
- ①의 값이면 $v^2 = \frac{5}{4}$이므로 초기 운동에너지는 $\frac{5}{4}J$이다. 위치에너지 10 J를 더해도 총 11.25 J라서 마찰 손실 15 J보다 작아 바닥에 도달하기 전에 멈춘다.
- 틀린 표현은 초기 속력을 $\frac{\sqrt{5}}{2}m/s$로 본 점이다. 올바르게는 초기 속력이 $\sqrt{5}m/s$이다.

② O
- ②의 값이면 $v^2 = 5$이므로 초기 운동에너지는 5 J이다. 여기에 위치에너지 10 J를 더하면 총 15 J가 되어 마찰 손실 15 J와 정확히 같으므로 바닥에서 속력이 0이 된다.

③ X
- ③의 값이면 $v^2 = \frac{3}{4}$이므로 초기 운동에너지는 $\frac{3}{4}J$이다. 위치에너지까지 합해도 총 10.75 J라서 마찰 손실 15 J를 감당하지 못한다.
- 틀린 표현은 초기 속력을 $\frac{\sqrt{3}}{2}m/s$로 본 점이다. 올바르게는 초기 속력이 $\sqrt{5}m/s$이다.

④ X
- ④의 값이면 $v^2 = 12$이므로 초기 운동에너지는 12 J이다. 위치에너지 10 J까지 합치면 총 22 J가 되어 마찰 손실 15 J보다 크므로 바닥에 도달할 때도 속력이 남는다.
- 틀린 표현은 초기 속력을 $2\sqrt{3}m/s$로 본 점이다. 올바르게는 초기 속력이 $\sqrt{5}m/s$이다.

오답 포인트

수직 높이 0.5m를 그대로 이동거리로 쓰면 안 된다. 먼저 $s = \frac{h}{\sin\theta}$로 경사면 이동거리를 구한 뒤, 중력으로 얻는 10 J와 마찰로 잃는 15 J를 함께 비교해야 한다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

경사면 계산형은 수직 높이와 경사면 길이를 구분하고, 중력의 일과 마찰의 일을 각각 계산한 뒤 일-에너지 정리로 초기값이나 최종값을 정리하면 된다.

암기 포인트

경사면에서 h가 주어지면 중력 일은 mgh, 마찰 일은 $\mu mg\cos\theta \cdot s$, 이동거리는 $s = \frac{h}{\sin\theta}$로 정리된다.

문 12. 서로 다른 전자기파 A, B, C에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

◯ A는 사람의 눈으로 관찰할 수 있다.
◯ B는 공항에서 수하물을 검사할 때 사용된다.
◯ C는 라디오와 같은 기기에서 정보를 전달할 때 사용된다.

① A는 가시광선이다.
② B는 인체 내부를 보는 의료용으로도 사용된다.
③ C는 세 전자기파 중에서 파장이 가장 짧다.
④ A는 B보다 진동수가 작다.

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 가시광선, X선, 라디오파의 용도와 파장·진동수 관계를 구별할 수 있는지를 묻는다.

핵심 개념

A는 사람 눈에 보이는 가시광선이다.
B는 수하물 검색과 의료 촬영에 쓰이는 X선이다.
C는 라디오 통신에 쓰이는 라디오파이다.
세 전자기파를 비교하면 파장은 라디오파가 가장 길고 X선이 가장 짧으며, 진동수는 그 반대이다.

선지별 해설

① O: A는 사람의 눈으로 관찰할 수 있다고 했으므로 가시광선으로 보는 것이 맞다.
② O: B는 공항 수하물 검사에 쓰인다고 했으므로 X선이며, X선은 인체 내부를 촬영하는 의료용 영상에도 사용된다.
③ X: 틀린 부분은 "C는 세 전자기파 중에서 파장이 가장 짧다"이다. C는 라디오와 같은 기기에서 정보를 전달할 때 쓰이므로 라디오파이고, 세 전자기파 중 파장이 가장 긴 쪽에 속한다. 가장 파장이 짧은 것은 B인 X선이다.
④ O: A는 가시광선이고 B는 X선이므로, 가시광선의 진동수는 X선보다 작다.

오답 포인트

라디오파와 X선의 용도는 쉽게 구분하면서도 파장과 진동수의 대소관계를 뒤집어 기억하면 ③을 맞다고 착각하기 쉽다. 전자기파는 파장이 짧을수록 진동수가 크다는 관계를 함께 떠올려야 한다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

전자기파 문제는 먼저 용도로 종류를 식별한 뒤, 파장과 진동수는 반대로 움직인다는 기준으로 비교하면 된다. 보이는 빛은 가시광선, 수하물 검사와 의료 촬영은 X선, 라디오 통신은 라디오파로 연결하면 빠르게 판단할 수 있다.

암기 포인트

라디오파는 길고 느리며, X선은 짧고 빠르며, 가시광선은 그 사이이다.

NoteBase

문 13. 굴절률 2인 매질로부터 굴절률 1.5인 매질로 진행하는 광선에 대한 설명으로 옳은 것만을 모두 고르면?

ㄱ. 특정한 입사각에서 굴절 광선은 경계면과 평행하게 진행한다.
ㄴ. 두 매질 경계면에서 내부전반사가 일어나는 임계각θ_c은
$\theta_c = \sin^{-1}(0.75)$이다.
ㄷ. 광선의 입사각이 임계각보다 작으면 내부전반사가 일어난다.
ㄹ. 굴절률이 작은 매질로부터 큰 매질로 진행하는 빛의 입사각이 임계각보다 클 때도 내부전반사가 나타난다.

① ㄱ, ㄴ
② ㄱ, ㄷ
③ ㄴ, ㄹ
④ ㄷ, ㄹ

정답 1번

출제 포인트

이 문제는 임계각의 정의와 내부전반사가 성립하는 조건을 굴절률의 크기 관계와 함께 구별할 수 있는지를 묻는다.

핵심 개념

임계각은 굴절률이 큰 매질에서 작은 매질로 갈 때 굴절각이 90°가 되는 입사각이다.
내부전반사는 빛이 큰 굴절률 매질에서 작은 굴절률 매질로 진행하면서 입사각이 임계각보다 클 때 나타난다.
이 문항에서는 $n_1 = 2, n_2 = 1.5$이므로 $\sin\theta_c = n_2/n_1 = 1.5/2 = 0.75$이다.

선지별 해설

1번: O. ㄱ은 임계각에서 굴절광선이 경계면과 평행하게 진행하므로 옳고, ㄴ은
$\theta_c = \sin^{-1}(1.5/2) = \sin^{-1}(0.75)$이므로 옳다. 따라서 ㄱ, ㄴ만 묶은 1번이 정답이다.
2번: X. ㄱ은 옳지만 ㄷ은 틀리다. 내부전반사는 입사각이 임계각보다 작을 때가 아니라 클 때 일어난다. 틀린 표현은 "작으면"이고, 올바르게는 "크면"이다.
3번: X. ㄴ은 옳지만 ㄹ은 틀리다. 굴절률이 작은 매질에서 큰 매질로 갈 때는 임계각을 기준으로 한 내부전반사가 나타나지 않는다. 틀린 표현은 "작은 매질로부터 큰 매질로 진행하는 빛"과 "내부전반사가 나타난다"의 연결이고, 올바르게는 "큰 매질에서 작은 매질로 진행할 때만 내부전반사가 가능하다"이다.
4번: X. ㄷ과 ㄹ이 모두 틀리므로 이 조합은 성립하지 않는다. ㄷ은 "작으면"이 아니라 "크면"이어야 하고, ㄹ은 진행 방향이 반대여서 내부전반사가 나타나지 않는다.

NoteBase

오답 포인트

임계각에서 굴절광선이 경계면과 나란하다는 사실은 기억하면서도, 내부전반사 조건을 "임계각보다 작을 때"로 뒤집거나 굴절률이 작은 쪽에서 큰 쪽으로 갈 때도 적용된다고 착각하기 쉽다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 빛이 큰 굴절률 매질에서 작은 굴절률 매질로 가는지 확인한다. 그다음 $\theta_i = \theta_c$이면 경계면을 따라 굴절하고, $\theta_i > \theta_c$이면 내부전반사, $\theta_i < \theta_c$이면 일부가 굴절된다고 판단한다.

암기 포인트

임계각은 큰 굴절률에서 작은 굴절률로 갈 때만 정의되고, $=$ 경계면 평행, $>$ 내부전반사이다.

NoteBase

문 14. 원자 번호 6인 탄소 원자의 바닥 상태 전자 배열을 옳게 나타낸 것은?

① $1s^1 2s^2 2p^3$

② $1s^3 2s^2 2p^1$

③ $1s^2 2s^1 2p^3$

④ $1s^2 2s^2 2p^2$

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 탄소의 바닥 상태 전자배치를 오비탈의 에너지 순서와 전자 수 제한에 따라 올바르게 쓸 수 있는지를 묻는다.

핵심 개념

바닥 상태는 전자가 가장 낮은 에너지부터 차례로 들어간 가장 안정한 전자배치이다.
탄소는 원자번호가 6이므로 전자가 6개이고, 낮은 준위부터 채우면 $1s^2 2s^2 2p^2$가 된다.
$1s$ 오비탈에는 최대 2개까지만 들어갈 수 있고, $2s$가 채워진 뒤에 $2p$로 올라간다.

선지별 해설

① X: $1s^1 2s^2 2p^3$은 전자 수는 6개이지만 가장 낮은 $1s$ 오비탈이 덜 찬 상태에서 $2p$에 전자가 너무 많이 들어가 있다. 틀린 표현은 $1s^1$과 $2p^3$이다. 올바르게는 $1s^2 2s^2 2p^2$이다.
② X: $1s^3 2s^2 2p^1$은 $1s$ 오비탈에 전자가 3개 들어간 형태이므로 한 오비탈에 최대 2개까지만 들어간다는 원리를 어긴다. 틀린 표현은 $1s^3$이다. 올바르게는 $1s^2 2s^2 2p^2$이다.
③ X: $1s^2 2s^1 2p^3$은 $2s$가 다 차기 전에 $2p$에 전자를 먼저 넣은 형태이다. 틀린 표현은 $2s^1 2p^3$이다. 올바르게는 $2s$를 먼저 채운 $1s^2 2s^2 2p^2$이다.
④ O: 탄소의 전자 6개를 낮은 에너지부터 채우면 $1s^2 2s^2 2p^2$가 되므로 바닥 상태 전자배치로 옳다.

오답 포인트

전자 수의 합만 6개인지 보고 고르면 틀리기 쉽다. 이 문항은 전자 수뿐 아니라 $1s$의 최대 수용 전자 수와 $1s \rightarrow 2s \rightarrow 2p$의 채움 순서를 함께 확인해야 맞는다.

다시 나오면 이렇게 판단

원자번호만큼 전자 수를 맞춘 뒤 가장 낮은 오비탈부터 채운다. 각 오비탈의 최대 전자 수를 확인하고, 낮은 준위가 덜 찼는데 높은 준위 전자가 많은 선지는 바로 제외하면 된다.

NoteBase

암기 포인트

탄소 6개 전자는 $1s^2 2s^2 2p^2$이고, 바닥 상태는 낮은 준위부터 채운 배열이다.

NoteBase

문 15. 길이 0.1m인 피아노 줄이 400 Hz인 기본 진동수로 조율되어 있다. 이 피아노 줄에 걸리는 장력을 기존의 4배로 증가시킬 경우, 피아노 줄의 새로운 기본 진동수[Hz]는? (단, 피아노 줄의 선밀도 변화는 무시한다)

① 160

② 200

③ 800

④ 1,600

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 줄의 기본진동수 공식 $f = \frac{1}{2L}\sqrt{\frac{T}{\mu}}$에서 장력이 4배가 될 때 진동수가 어떻게 변하는지를 묻는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 줄의 길이는 0.1m, 기존 기본진동수는 400 Hz이다.
구해야 할 값: 장력을 기존의 4배로 증가시켰을 때의 새로운 기본진동수이다.
주의할 조건: 줄의 길이 L와 선밀도 μ는 변하지 않으므로 장력 T만 변한다.

사용할 공식

기본진동수는 $f = \frac{1}{2L}\sqrt{\frac{T}{\mu}}$이다.
이 공식을 쓰는 이유는 양끝이 고정된 줄의 기본진동수는 길이와 선밀도가 일정할 때 장력의 제곱근에 비례하기 때문이다.

계산 과정

기존 진동수를 f_1, 새로운 진동수를 f_2라고 두면
$f_2 = f_1\sqrt{\frac{T_2}{T_1}}$
이다.
장력이 4배이므로
$f_2 = 400\sqrt{4} = 400 \times 2 = 800\text{Hz}$
이다.
따라서 새로운 기본진동수는 800 Hz이다.

NoteBase

선지 판단

① X. 160 Hz라고 한 부분이 틀렸다. 올바르게는 장력을 4배로 하면 기본진동수는 절반이 아니라 2배가 되어 800 Hz이다.
② X. 200 Hz라고 한 부분이 틀렸다. 올바르게는 장력이 커지면 진동수도 $\sqrt{T}$에 비례해 증가하므로 400 Hz의 절반이 아니라 800 Hz가 된다.
③ O. 장력을 4배로 하면 기본진동수는 $\sqrt{4}=2$배가 되므로 400 Hz에서 800 Hz가 된다.
④ X. 1,600 Hz라고 한 부분이 틀렸다. 올바르게는 진동수가 장력에 정비례하는 것이 아니라 장력의 제곱근에 비례하므로 4배가 아니라 2배인 800 Hz가 된다.

오답 포인트

장력이 커지면 진동수도 커진다는 점은 떠올리면서도, $f \propto T$로 잘못 외우면 ④처럼 1,600 Hz를 고르기 쉽다. 반대로 장력이 커졌는데 진동수가 줄어든다고 착각하면 ①이나 ② 같은 값으로 흐르기 쉽다.

다시 나오면 이렇게 판단

줄의 진동수 문제는 먼저 $f \propto \sqrt{T}$, $f \propto 1/L$ 관계를 확인한 뒤 무엇이 변하고 무엇이 고정되는지를 구분해서 비례식으로 바로 계산하면 된다.

암기 포인트

줄의 기본진동수는 장력의 제곱근에 비례한다. 장력 4배는 진동수 2배이다.

NoteBase

문 16. 어떤 화합물 반도체로 만든 발광다이오드가 파장 $1\mu\mathrm{m}$인 빛을 방출한다. 이 화합물 반도체의 에너지띠 간격(band gap)에 가장 가까운 값[eV]은? (단, 플랑크 상수 h는 $6.6\times10^{-34}\mathrm{J\cdot s}$, 빛의 속도 c는 $3\times10^{8}\mathrm{m/s}$, $1\mathrm{eV}=1.6\times10^{-19}\mathrm{J}$이다)

① 1,240

② 124

③ 12.4

④ 1.24

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 발광다이오드가 방출한 광자의 에너지와 반도체의 에너지띠 간격을 $E=\frac{hc}{\lambda}$로 연결할 수 있는지를 묻는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 파장 $\lambda=1\mu m=1\times10^{-6}m$, 플랑크 상수 $h=6.6\times10^{-34}J\cdot s$, 빛의 속도 $c=3\times10^{8}m/s$
구해야 할 값: 에너지띠 간격의 크기[eV]
주의할 조건: 발광다이오드의 방출 광자 에너지가 밴드갭과 거의 같고, 마지막에 J를 eV로 바꾸어야 한다.

사용할 공식

사용 공식은 $E=\frac{hc}{\lambda}$이다.
이 공식을 쓰는 이유는 발광다이오드가 방출한 빛 한 개의 광자 에너지가 반도체의 에너지띠 간격과 대응하기 때문이다.

계산 과정

1. 광자 에너지를 줄 단위로 계산하면 $E=\frac{(6.6\times10^{-34})(3\times10^{8})}{1\times10^{-6}}J$이다.
2. 이를 정리하면 $E=19.8\times10^{-20}J=1.98\times10^{-19}J$이다.
3. $1eV=1.6\times10^{-19}J$이므로 $E=\frac{1.98\times10^{-19}}{1.6\times10^{-19}}eV\approx1.24eV$이다.

NoteBase

선지 판단

① X: 계산 결과는 약 $1.24eV$이므로 1,240은 틀리다. 이는 $E(\text{eV}) = \frac{1240}{\lambda(\text{nm})}$에서 분자 1240만 보고 답으로 착각한 값이다. 올바르게는 파장 $1\mu m = 1000nm$를 대입해 $1.24eV$가 된다.
② X: 124는 정답보다 100배 큰 값이므로 단위 변환을 잘못한 값이다. 올바르게는 파장을 $10^{-6}m$ 또는 $1000nm$로 두어 계산한 $1.24eV$이다.
③ X: 12.4는 정답보다 10배 큰 값이므로 $1\mu m$를 $10^{-7}m$처럼 잘못 바꾼 경우에 나오는 오답이다. 올바르게는 $1\mu m = 10^{-6}m$이므로 $1.24eV$이다.
④ O: 계산 결과가 약 $1.24eV$이므로 가장 가까운 값은 4번이다.

오답 포인트

이 문항의 함정은 $1\mu m$를 미터나 나노미터로 바꾸는 단위 변환에서 생긴다. 밴드갭 자체를 직접 외우는 문제가 아니라 방출 파장을 광자 에너지로 바꾸는 문제라는 점을 놓치면 10배, 100배, 1000배 오차가 생긴다.

다시 나오면 이렇게 판단

발광다이오드와 밴드갭 문제는 파장을 먼저 SI 단위나 nm로 정리한 뒤 $E = \frac{hc}{\lambda}$ 또는 $E(\text{eV}) \approx \frac{1240}{\lambda(\text{nm})}$를 적용하고, 마지막에 단위를 검산하는 순서로 판단한다.

암기 포인트

$E(\text{eV}) \approx \frac{1240}{\lambda(\text{nm})}$이므로 $1000nm$의 빛은 약 $1.24eV$에 해당한다.

NoteBase

문 17. 일정한 압력에서, 1몰 단원자 이상기체의 온도가 300 K에서 400 K로 상승하는 과정 동안 기체가 흡수하거나 방출한 열 [kJ]은? (단, 기체 상수는 $R = 8\text{J/mol} \cdot \text{K}$이다)

① 0.4

② 1.6

③ 2

④ 2.4

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 정압 과정에서 1몰 단원자 이상기체가 흡수한 열량을 $Q = nC_p\Delta T$로 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 1몰 단원자 이상기체, $T : 300K \rightarrow 400K$, $R = 8J/(mol \cdot K)$이다.
구해야 할 값: 정압 과정에서의 열량 Q이다.
주의할 조건: 단원자 이상기체의 정압 몰비열은 $C_p = \frac{5}{2}R$이고, 온도 변화는 $\Delta T = 100K$이다.

사용할 공식

$Q = nC_p\Delta T, \quad C_p = \frac{5}{2}R$
이 공식을 쓰는 이유: 과정이 정압 과정이므로 열량은 정압 몰비열 C_p를 사용해 계산한다. 단원자 이상기체는 자유도 3이므로 $C_v = \frac{3}{2}R$, 따라서 $C_p = C_v + R = \frac{5}{2}R$이다.

계산 과정

1. 온도 변화는 $\Delta T = 400 - 300 = 100K$이다.
2. 정압 몰비열은 $C_p = \frac{5}{2}R = \frac{5}{2} \times 8 = 20J/(mol \cdot K)$이다.
3. 따라서 $Q = nC_p\Delta T = 1 \times 20 \times 100 = 2000J = 2kJ$이다.

선지별 해설

① X: 계산 결과 열량은 $2kJ$이므로 0.4 kJ는 맞지 않는다. 틀린 표현은 열량이 0.4 kJ라는 부분이며, 올바르게는 정압 가열에서 흡수한 열량이 $2kJ$이다.
② X: 계산 결과 열량은 $2kJ$이므로 1.6 kJ는 맞지 않는다. 틀린 표현은 정압 몰비열을 실제보다 작게 본 값에 해당한다는 점이며, 올바르게는 단원자 이상기체의 C_p를 $\frac{5}{2}R$로 두어 $Q = 2kJ$로 계산한다.
③ O: $Q = nC_p\Delta T = 1 \times \frac{5}{2}R \times 100 = 1 \times \frac{5}{2} \times 8 \times 100 = 2000J = 2kJ$이므로 옳다.
④ X: 계산 결과 열량은 $2kJ$이므로 2.4 kJ는 맞지 않는다. 틀린 표현은 열량이 2.4 kJ라는 부분이며, 올바르게는 단원자 이상기체의 정압 몰비열을 정확히 적용하면 $2kJ$가 된다.

NoteBase

오답 포인트

정압 과정이라는 조건을 놓치고 C_V를 쓰거나, 단원자 이상기체의 몰비열을 $\frac{3}{2}R$와 $\frac{5}{2}R$ 사이에서 혼동하면 오답이 나온다. 이 문항의 함정은 과정 조건과 기체 종류를 함께 읽지 않으면 계수를 잘못 넣게 된다는 점이다.

다시 나오면 이렇게 판단

이상기체 열량 문제는 먼저 정압인지 정적인지 확인하고, 그다음 단원자 여부에 따라 C_V와 C_p를 정한 뒤 ΔT를 곱해 판단한다.

암기 포인트

단원자 이상기체는 $C_V = \frac{3}{2}R$, $C_p = \frac{5}{2}R$이며 정압 열량은 $Q = nC_p\Delta T$이다.

NoteBase

문 18. 밀폐된 용기에 내부 에너지가 260 J인 이상기체가 들어 있을 때, 이 기체가 외부로부터 30 J의 일을 받아 단열 압축되었다면, 기체의 내부 에너지[J]는?

① 230

② 250

③ 270

④ 290

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 단열 과정에서의 열역학 제1법칙을 적용하여 내부 에너지 변화를 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 초기 내부 에너지는 $U_i = 260J$이다.
주어진 값: 외부가 기체에 한 일은 $W_{on} = 30J$이다.
주의할 조건: 단열 압축이므로 출입한 열은 $Q = 0$이다.
구해야 할 값: 최종 내부 에너지 U_f이다.

사용할 공식

열역학 제1법칙을 기체가 받은 일 기준으로 쓰면 $\Delta U = Q + W_{on}$이다.
이 공식을 쓰는 이유: 문제에서 외부가 기체를 압축하여 일을 해 주었고, 단열 과정이므로 열출입 없이 일이 그대로 내부 에너지 증가로 바뀌기 때문이다.

계산 과정

1. 단열 압축이므로 $Q = 0$이다.
2. 따라서 내부 에너지 변화는 $\Delta U = 0 + 30 = 30J$이다.
3. 최종 내부 에너지는 $U_f = U_i + \Delta U = 260 + 30 = 290J$이다.

NoteBase

선지별 해설

① X
230 J는 외부가 기체에 한 일을 반대로 빼서 260 − 30으로 계산한 값이다. 이 문제는 기체가 일을 받은 상황이므로 내부 에너지는 감소하지 않고 증가한다. 틀린 값 230 J → 올바르게는 290 J이다.

② X
250 J는 단열 조건과 일의 방향을 정확히 반영하지 못한 값이다. 단열 압축에서는 받은 일 30 J가 그대로 내부 에너지 증가분이 되므로 250 J가 될 수 없다. 틀린 값 250 J → 올바르게는 290 J이다.

③ X
270 J는 증가분을 10 J만 반영한 오산이다. 외부로부터 받은 일의 크기는 30 J이므로 내부 에너지는 정확히 30 J 증가해야 한다. 틀린 값 270 J → 올바르게는 290 J이다.

④ O
단열 압축에서 $Q = 0$, $W_{on} = 30J$이므로 $\Delta U = 30J$이다. 따라서 최종 내부 에너지는 $260 + 30 = 290J$가 되어 옳다.

오답 포인트

이 문항의 함정은 일의 부호를 '기체가 한 일'과 '기체가 받은 일'로 구분하지 못하는 데 있다. 문제는 외부로부터 30 J의 일을 받았다고 했으므로 내부 에너지가 30 J 증가한다.

다시 나오면 이렇게 판단

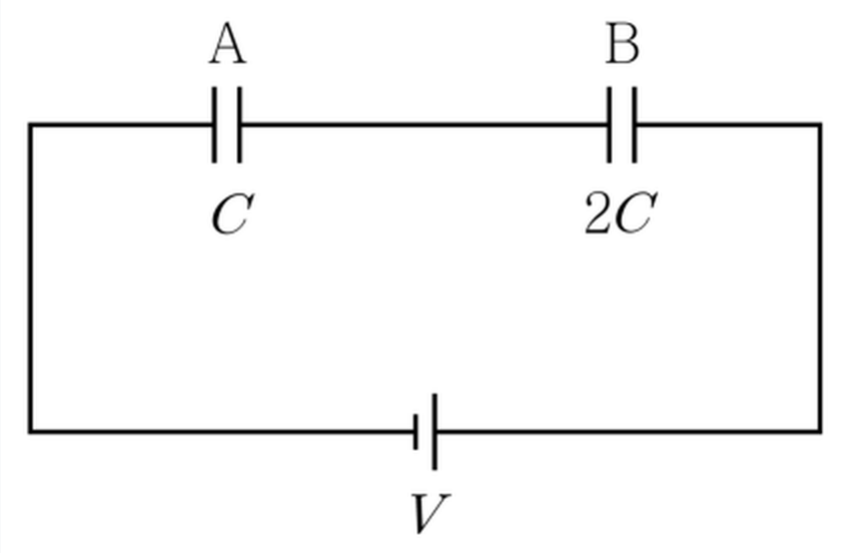
열역학 계산형 문항은 먼저 단열인지 여부로 Q를 정리하고, 다음에 일이 '기체가 한 일'인지 '기체가 받은 일'인지 방향을 확인한 뒤 ΔU의 부호를 결정하면 된다.

암기 포인트

단열에서 $Q = 0$이고, 압축으로 기체가 일을 받으면 내부 에너지는 그만큼 증가한다.

NoteBase

문 19. 그림과 같이 전기 용량이 각각 C, $2C$인 축전기 A, B를 전압이 일정한 전원에 연결하여 완전히 충전하였다. 이에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?



① 전체 전기 용량은 $\frac{2}{3}C$이다.

② B에 충전된 전하량은 전원이 공급한 전하량의 $\frac{2}{3}$배이다.

③ A 양단의 전위차는 $\frac{2}{3}V$이다.

④ A에 저장된 에너지는 B에 저장된 에너지의 2배이다.

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 직렬 연결된 축전기의 등가용량, 공통 전하량, 각 축전기의 전위차와 저장 에너지를 계산하는 문제이다.

조건 정리

- 주어진 값: 축전기 A의 전기용량은 C, 축전기 B의 전기용량은 2C이다.
- 회로 조건: 두 축전기는 직렬 연결되어 전압 V의 전원에 연결되어 있다.
- 주의할 조건: 직렬 연결에서는 두 축전기에 저장되는 전하량의 크기가 같다.

사용할 공식

등가용량은 $C_{eq} = \frac{C_1 C_2}{C_1 + C_2}$이다.
직렬 축전기의 공통 전하량은 $Q = C_{eq} V$이다.
각 축전기의 전위차는 $V_i = \frac{Q}{C_i}$, 저장 에너지는 $U_i = \frac{Q^2}{2C_i}$이다.
이 공식을 쓰는 이유: 회로가 직렬 축전기 회로이므로 등가용량을 먼저 구한 뒤 공통 전하량, 전위차, 저장 에너지를 순서대로 계산할 수 있다.

NoteBase

계산 과정

1. 등가용량은 $C_{eq} = \frac{C \cdot 2C}{C + 2C} = \frac{2}{3}C$이다.
2. 전원이 공급한 전하량이자 직렬 회로의 공통 전하량은 $Q = C_{eq}V = \frac{2}{3}CV$이다.
3. A의 전위차는 $V_A = \frac{Q}{C} = \frac{2}{3}V$, B의 전위차는 $V_B = \frac{Q}{2C} = \frac{1}{3}V$이다.
4. 저장 에너지는 $U_A = \frac{Q^2}{2C} = \frac{2}{9}CV^2$, $U_B = \frac{Q^2}{4C} = \frac{1}{9}CV^2$이므로 $U_A = 2U_B$이다.

선지별 해설

① O
- 직렬 축전기의 등가용량은 $\frac{C \cdot 2C}{C + 2C} = \frac{2}{3}C$이므로 옳다.

② X
- B에 충전된 전하량은 직렬 회로의 공통 전하량과 같으므로 $Q_B = \frac{2}{3}CV$이다.
- 전원이 공급한 전하량도 $Q = \frac{2}{3}CV$이므로 B의 전하량은 전원이 공급한 전하량의 $\frac{2}{3}$배가 아니라 같은 값이다.
- 틀린 표현은 "$\frac{2}{3}$배"이고, 올바르게는 "B에 충전된 전하량은 전원이 공급한 전하량과 같다"이다.

③ O
- A의 전위차는 $V_A = \frac{Q}{C} = \frac{2}{3}V$이므로 옳다.
- 전기용량이 작은 축전기일수록 같은 전하량에서 더 큰 전위차를 가진다.

④ O
- $U_A = \frac{2}{9}CV^2$, $U_B = \frac{1}{9}CV^2$이므로 A에 저장된 에너지는 B의 2배이다.
- 직렬 회로에서 전하량이 같을 때 저장 에너지는 전기용량이 작은 쪽이 더 크다.

오답 포인트

직렬 연결에서는 두 축전기의 전하량이 같다는 점을 놓치면 ②를 맞는 선지처럼 보기 쉽다. ②는 B의 전기용량이 2C라는 숫자만 보고 전하량도 어떤 비율로 달라진다고 착각하도록 만든 선지이다.

다시 나오면 이렇게 판단

직렬 축전기 문제는 먼저 등가용량을 구하고 공통 전하량 Q를 확정한 뒤, 전위차는 $V = Q/C$, 에너지는 $U = Q^2/(2C)$로 비교하면 된다.

암기 포인트

직렬 축전기는 전하량이 같고, 전기용량이 작은 쪽의 전위차와 저장 에너지가 더 크다.

NoteBase

문 20. 마찰이 없는 수평면 위를 일정한 속력으로 움직이는 질량 m인 물체 A가 정지해 있는 물체 B와 충돌하여 떨어지지 않고 함께 움직였다. 충돌 후 A와 B의 운동에너지 합은 충돌 전 A의 운동에너지의 0.5배에 해당하는 양이었다. B의 질량은?

① $0.5m$

② m

③ $2m$

④ $4m$

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 완전비탄성충돌에서 운동량 보존과 충돌 전후 운동에너지 비를 이용해 B의 질량을 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: A의 질량은 m, 충돌 전 속력은 v이다.
상태: B는 정지해 있고, 충돌 후 두 물체는 떨어지지 않고 함께 움직인다.
구해야 할 값: B의 질량 M이다.
주의할 조건: 함께 움직이므로 완전비탄성충돌이고, 운동량은 보존되지만 운동에너지는 보존되지 않는다.

사용할 공식

운동량 보존식은 $mv = (m + M)V$ 이다.
초기 운동에너지는 K_i=12 mv^2 이고, 충돌 후 운동에너지는 K_f=12 (m+M)V^2 이다.
이 공식을 쓰는 이유는 충돌 후 두 물체가 한 덩어리처럼 같은 속력 V로 움직이므로, 먼저 운동량 보존으로 V를 구한 뒤 문제에서 준 운동에너지 비 $K_f/K_i = 0.5$를 바로 식으로 세울 수 있기 때문이다.

계산 과정

1. B의 질량을 M이라 두면 운동량 보존으로 $V = \frac{mv}{m+M}$ 이다.
2. 이를 충돌 후 운동에너지에 대입하면 K_f=12 (m+M)≤ft((mv)/(m+M))^2=12 (m^2v^2)/(m+M) 이다.
3. 따라서 운동에너지 비는 (K_f)/(K_i)=(12 (m^2v^2)/(m+M))/(12 mv^2)=(m)/(m+M) 이다.
4. 문제에서 $K_f = 0.5K_i$ 이므로 (m)/(m+M)=0.5=12 이다.
5. 정리하면 $2m = m + M$ 이고, 따라서 $M = m$ 이다.

NoteBase

선지별 해설

① X. 'B의 질량이 0.5m'이라는 부분이 틀렸다. $M = 0.5m$이면 K_f/K_i=(m)/(m+0.5m)=23 이므로 0.5가 아니다. 올바르게는 B의 질량이 m이다.
② O. $M = m$이면 K_f/K_i=(m)/(m+m)=12=0.5 가 되어 문제 조건과 정확히 일치한다.
③ X. 'B의 질량이 2m'이라는 부분이 틀렸다. $M = 2m$이면 K_f/K_i=(m)/(3m)=13 이므로 0.5보다 작다. 올바르게는 B의 질량이 m이다.
④ X. 'B의 질량이 4m'이라는 부분이 틀렸다. $M = 4m$이면 K_f/K_i=(m)/(5m)=15 이므로 0.5가 아니다. 올바르게는 B의 질량이 m이다.

오답 포인트

완전비탄성충돌에서도 운동에너지가 보존된다고 두면 틀린다. 이 문항은 붙어서 함께 움직인다는 조건을 보고 완전비탄성충돌로 분류한 뒤, 운동량만 보존된다는 점을 적용해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

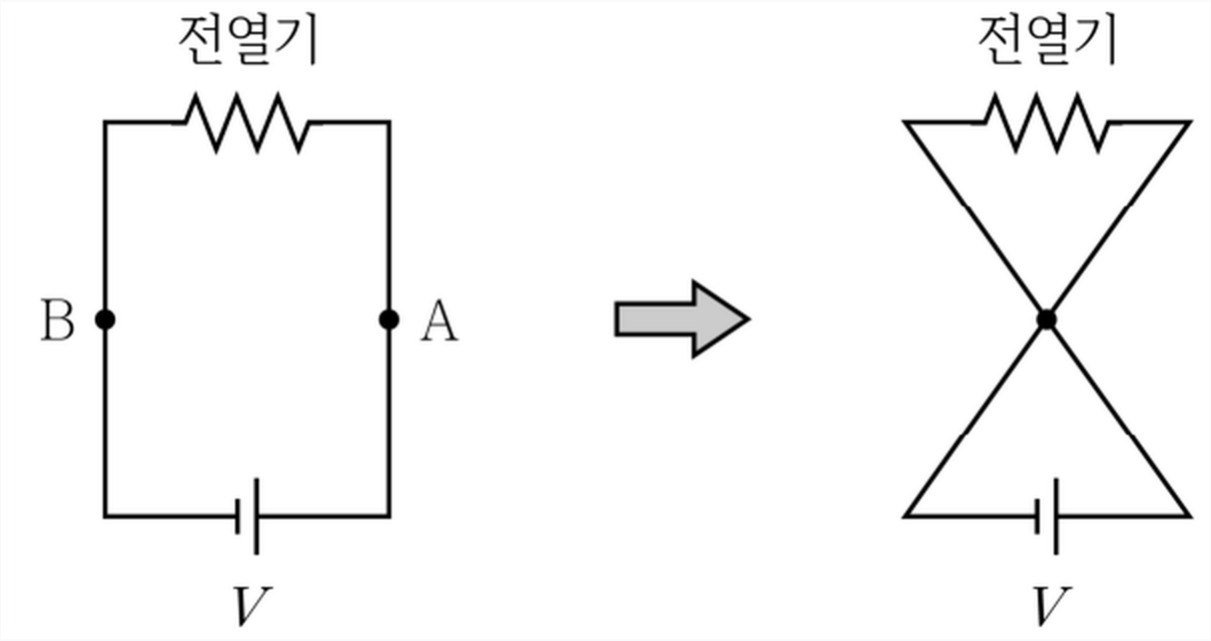
붙어서 함께 움직인다고 나오면 먼저 완전비탄성충돌로 판단한다. 그다음 운동량 보존으로 공통 속력을 구하거나 없애고, 충돌 전후 운동에너지 비를 질량식으로 정리해 선택지와 비교하면 된다.

암기 포인트

완전비탄성충돌에서 한쪽 물체만 처음에 움직이면 $\frac{K_f}{K_i} = \frac{m}{m+M}$ 으로 정리된다는 점이 핵심이다.

NoteBase

문 21. 그림과 같이 회로에서 전선의 A점과 B점이 합선되는 순간 나타나는 현상으로 옳은 것은?



① 전열기의 전압이 증가한다.

② 전열기의 저항이 감소한다.

③ 전열기의 소비전력이 증가한다.

④ 접점에서 많은 열이 발생한다.

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 전선의 A점과 B점이 직접 연결되어 단락이 생길 때 전열기 양단 전압과 회로 전체 전류가 어떻게 변하는지를 묻는 문제이다.

NoteBase

선지별 해설

① X: 합선이 되면 전열기 양단은 도선으로 직접 이어진 것과 같아져 전압이 증가하지 않는다. 틀린 표현은 '전압이 증가한다'이고, 올바르게는 '전열기 양단 전압은 0에 가깝게 감소한다'이다.
② X: 전열기의 저항은 전열기 자체의 성질로 정해지므로 합선되었다고 저항값이 줄어들지 않는다. 틀린 표현은 '저항이 감소한다'이고, 올바르게는 '전열기의 저항은 거의 변하지 않는다'이다.
③ X: 전열기의 소비전력은 $P = V^2/R$ 또는 $P = IV$로 보는데, 합선되면 전열기 양단 전압이 거의 0이므로 소비전력은 증가하지 않고 거의 0이 된다. 틀린 표현은 '소비전력이 증가한다'이고, 올바르게는 '전열기의 소비전력은 크게 감소한다'이다.
④ O: 합선이 되면 저항이 매우 작은 경로로 큰 전류가 몰려 흐른다. 따라서 접점과 연결 도선의 작은 저항에서도 $P = I^2R$에 의해 큰 열이 발생한다.

오답 포인트

전류가 커지면 전열기에서도 더 뜨거워질 것이라고 오해하기 쉽다. 그러나 이 문항의 핵심은 '전열기를 통과하는 전류'가 아니라 '전열기를 우회하는 합선 경로'가 생긴다는 점이다.

다시 나오면 이렇게 판단

회로 그림에서 저항기나 전열기 양끝이 도선으로 직접 이어지면 먼저 단락 여부를 본다. 단락이면 그 소자 양단 전압은 거의 0이 되고, 큰 전류와 발열은 우회 도선이나 접점에서 나타난다.

암기 포인트

합선은 전열기를 세게 만드는 현상이 아니라 전열기를 건너뛰고 접점에 큰 전류를 몰아주는 현상이다.

NoteBase

문 22. 어떤 사람이 속력 0.3m/s로 일정하게 흐르는 강물에서 물이 흐르는 반대 방향으로 600m 떨어진 지점까지 직선거리로 수영하고 같은 경로를 따라 출발 지점으로 되돌아올 때까지 걸린 시간은? (단, 흐르지 않는 잔잔한 물에서 이 사람의 수영 속력은 0.9m/s이다)

① 16분 40초

② 22분

③ 25분

④ 33분 20초

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 유속이 있는 강에서 상류와 하류의 상대속력을 각각 구해 왕복 시간을 계산하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 강물의 속력은 $0.3m/s$이다. 잔잔한 물에서의 수영 속력은 $0.9m/s$이다. 편도 거리는 600m이다.
구해야 할 값: 상류 쪽 600m 지점까지 갔다가 같은 경로로 돌아오는 전체 시간이다.
주의할 조건: 갈 때와 올 때의 실제 이동 속력이 서로 다르다.

사용할 공식

왕복 시간은 각 구간 시간을 따로 더해 $t = \frac{d}{v_{\text{up}}} + \frac{d}{v_{\text{down}}}$로 계산한다.
이 공식을 쓰는 이유: 유속 때문에 상류에서는 속력이 줄고 하류에서는 속력이 늘어나므로, 한 개의 속력으로 왕복 전체를 바로 나눌 수 없기 때문이다.

계산 과정

상류로 갈 때의 실제 속력은 $0.9 - 0.3 = 0.6m/s$이다.
하류로 돌아올 때의 실제 속력은 $0.9 + 0.3 = 1.2m/s$이다.
따라서 전체 시간은
$t = \frac{600}{0.6} + \frac{600}{1.2} = 1000 + 500 = 1500s$
이다.
$1500s = 25$분이므로 정답은 3번이다.

NoteBase

선지 판단

① X: 16분 40초는 $1000s$로, 상류로 600m 가는 편도 시간만 계산한 값이다. 왕복 시간이 아니므로 틀리다. 틀린 표현은 왕복 시간을 편도 시간으로 본 점이며, 올바르게는 돌아오는 $500s$를 더해 25분이 된다.
② X: 22분은 왕복거리 1200m를 잔잔한 물 속력 $0.9m/s$로 바로 나누는 식의 오답에 가깝다. 유속을 무시하면 $\frac{1200}{0.9} \approx 1333s$로 약 22분 13초가 나오지만, 실제로는 상류와 하류 속력이 달라 이 방식 자체가 틀리다.
올바르게는 상류와 하류 시간을 따로 계산해야 한다.
③ O: 상류 $1000s$와 하류 $500s$를 합하면 $1500s$이므로 25분이 맞다.
④ X: 33분 20초는 $2000s$로, 왕복 1200m 전체를 상류 속력 $0.6m/s$로 계산한 값이다. 돌아올 때는 하류 방향이므로 $1.2m/s$를 써야 한다. 올바르게는 하류 구간 시간을 $500s$로 계산해 총 25분이 된다.

오답 포인트

왕복이라고 해서 평균속력 하나로 처리하거나, 편도 계산값을 그대로 정답으로 고르는 실수가 자주 나온다. 이 문제의 함정은 상류와 하류에서 실제 속력이 서로 다르다는 점이다.

다시 나오면 이렇게 판단

유속이 있는 왕복 문제는 먼저 방향별 실제 속력을 $v \pm u$로 나눈 뒤, 각 구간 시간을 $\frac{d}{v}$로 따로 계산해서 더하는 방식으로 판단한다.

암기 포인트

유속 왕복 시간은 평균속력 한 번이 아니라 상류 시간 + 하류 시간으로 계산한다.

NoteBase

문 23. 반지름 a인 원형 도선이 균일한 자기장 속에 놓여 있다. 자기장의 방향은 도선이 둘러싼 원에 수직이며, 시간 t에 따라 $B(t) = B_0 + kt$로 변한다. 이 도선의 저항이 R일 때, 도선에 유도되는 유도전류의 세기는? (단, B_0와 k는 상수이다)

① $\frac{k}{2\pi aR}$
② $\frac{2\pi ak}{R}$
③ $\frac{k}{\pi a^2 R}$
④ $\frac{\pi a^2 k}{R}$

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 패러데이 법칙으로 유도기전력을 구하고 옴의 법칙으로 유도전류의 세기를 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 반지름 a인 원형 도선, 자기장 $B(t) = B_0 + kt$, 도선의 저항 R
구해야 할 값: 도선에 유도되는 유도전류의 세기
주의할 조건: 자기장은 도선이 둘러싼 면에 수직이므로 자기선속은 면적 πa^2와 자기장의 곱으로 바로 계산된다.

사용할 공식

유도기전력의 크기는 $|\mathcal{E}| = \left|\frac{d\Phi_B}{dt}\right|$, 유도전류의 크기는 $I = \frac{|\mathcal{E}|}{R}$이다.
이 공식을 쓰는 이유: 시간에 따라 변하는 균일한 자기장이 원형 도선 전체를 지나므로 먼저 자기선속의 시간변화를 구한 뒤, 그 결과를 저항으로 나누면 전류의 세기를 구할 수 있다.

계산 과정

1. 원형 도선의 면적은 $A = \pi a^2$이다.
2. 자기선속은 $\Phi_B = B(t)A = (B_0 + kt)\pi a^2$이다.
3. 따라서 유도기전력의 크기는 $|\mathcal{E}| = \left|\frac{d\Phi_B}{dt}\right| = \pi a^2 \frac{d(B_0 + kt)}{dt} = \pi a^2 k$이다.
4. 유도전류의 세기는 $I = \frac{|\mathcal{E}|}{R} = \frac{\pi a^2 k}{R}$이다.

NoteBase

선지 판단

① X: $\frac{k}{2\pi aR}$는 원의 둘레 $2\pi a$를 잘못 끌어온 형태이다. 이 문제는 자기선속 변화가 핵심이므로 둘레가 아니라 면적 πa^2가 들어가야 한다. 틀린 표현은 분모에 $2\pi a$가 들어간 점이며, 올바르게는 $\frac{\pi a^2 k}{R}$이다.
② X: $\frac{2\pi ak}{R}$도 면적 대신 둘레를 사용한 값이다. 자기선속은 BA이므로 $2\pi a$가 아니라 πa^2가 곱해져야 한다. 틀린 표현은 $2\pi a$이며, 올바르게는 πa^2이다.
③ X: $\frac{k}{\pi a^2 R}$는 면적 인자를 분모로 잘못 보낸 값이다. 유도기전력은 면적에 비례하므로 πa^2는 분자에 있어야 한다. 틀린 표현은 면적의 위치이며, 올바르게는 $\frac{\pi a^2 k}{R}$이다.
④ O: 자기선속 $\Phi_B = (B_0 + kt)\pi a^2$를 시간 미분하면 유도기전력의 크기는 $\pi a^2 k$이고, 이를 저항 R로 나누면 $I = \frac{\pi a^2 k}{R}$가 된다.

오답 포인트

출제자는 원형 도선이라는 말에 끌려 둘레 $2\pi a$를 쓰는 실수를 유도한다. 또 자기선속 $\Phi_B = BA$에서 면적이 분자에 비례한다는 점을 놓치면 ③처럼 면적을 분모로 보내는 오답이 나온다.

다시 나오면 이렇게 판단

시간에 따라 자기장이 변하는 폐회로 문제는 면적을 먼저 확인하고 $\Phi_B = BA$를 만든 뒤, $|\mathcal{E}| = |d\Phi_B/dt|$, $I = |\mathcal{E}|/R$ 순서로 계산하면 된다.

암기 포인트

변하는 자기장 속 원형 도선의 유도전류는 둘레가 아니라 면적 πa^2로 결정된다.

NoteBase

문 24. 길이 l인 원통에 도선을 균일하게 N번 감은 솔레노이드의 유도용량 L에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 유도용량은 전류 크기에 무관하게 일정하다.

② N만 2배로 늘리면 유도용량도 2배가 된다.

③ 원통의 단면적만 2배로 늘리면 유도용량은 2배가 된다.

④ 길이 l만 $\frac{1}{2}$로 줄이면 유도용량은 2배가 된다.

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 긴 솔레노이드의 유도용량이 $L = \mu N^2 A/l$에 따라 권수, 단면적, 길이에 어떻게 비례하는지를 묻는다.

조건 정리

주어진 대상은 길이 l인 원통에 도선을 균일하게 N번 감은 솔레노이드이다.
비교해야 할 값은 유도용량 L의 변화이다.
기하 구조와 매질이 같으면 L은 전류가 아니라 μ, N, 단면적 A, 길이 l로 결정된다.

사용할 공식

긴 솔레노이드의 유도용량은 $L = \mu N^2 A/l$이다.
이 공식을 쓰는 이유는 문제에서 솔레노이드의 권수 N, 단면적, 길이 l를 바꿀 때 L이 어떻게 달라지는지를 직접 비교하게 하기 때문이다.

계산 과정

1. L은 N^2에 비례하므로 $N \to 2N$이면 $L \to 4L$이 된다.
2. L은 단면적 A에 비례하므로 $A \to 2A$이면 $L \to 2L$이 된다.
3. L은 길이 l에 반비례하므로 $l \to l/2$이면 $L \to 2L$이 된다.

선지 판단

① O: 유도용량은 전류값 자체로 정해지는 양이 아니라 코일의 형상과 매질로 정해진다. 선형 범위의 이상적인 솔레노이드에서는 전류가 달라도 L은 일정하다.
② X: 틀린 표현은 "N만 2배로 늘리면 유도용량도 2배가 된다"이다. $L \propto N^2$이므로 권수를 2배로 하면 유도용량은 4배가 된다.
③ O: $L \propto A$이므로 원통의 단면적만 2배로 늘리면 유도용량도 2배가 된다.
④ O: $L \propto 1/l$이므로 길이를 $l/2$로 줄이면 유도용량은 2배가 된다.

NoteBase

오답 포인트

②에서 권수 N와 유도용량 L의 관계를 1차 비례로 착각하면 틀린다. 솔레노이드는 N이 아니라 N^2에 비례하므로 권수 변화는 제곱으로 반영된다.

다시 나오면 이렇게 판단

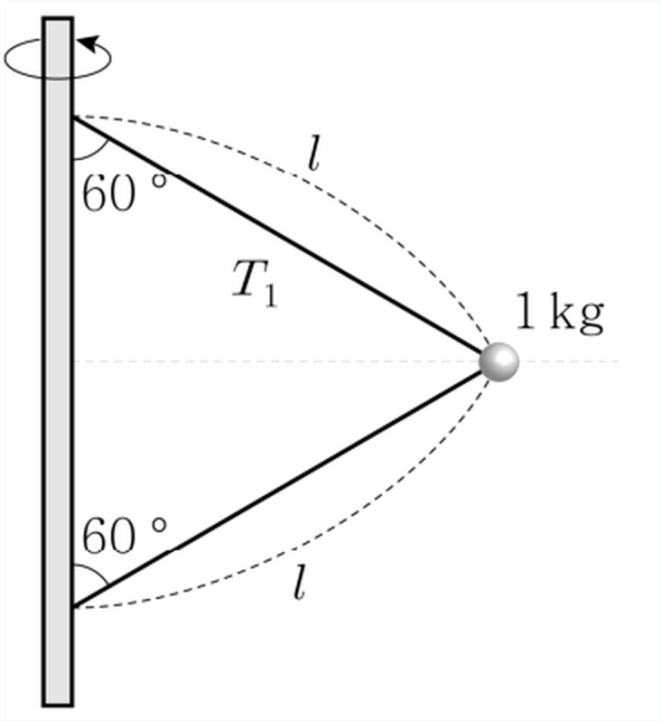
솔레노이드 유도용량 문제는 먼저 $L = \mu N^2 A/l$를 적고, 각 물리량이 제곱 비례인지, 정비례인지, 반비례인지부터 분리해서 판단한다.

암기 포인트

솔레노이드 유도용량은 N^2에 비례, 단면적에 비례, 길이에 반비례한다.

NoteBase

문 25. 그림과 같이 질량 1 kg인 물체가 막대로부터 길이 /인 두 끈에 매달려 일정한 각속도로 회전하고 있다. 회전하는 동안 두 끈과 막대는 정삼각형 모양을 유지하였다. 위쪽 끈의 장력 T_1이 50 N이라면, 매달린 물체에 작용하는 구심력의 크기[N]는? (단, 끈의 질량과 공기 저항은 무시하며, 중력 가속도는 10 m/s^{2}이다.)



① $40\sqrt{3}$
② $50\sqrt{3}$
③ $60\sqrt{3}$
④ $70\sqrt{3}$

정답 1번

출제 포인트

이 문제는 회전 중인 물체의 수직방향 평형과 수평방향 힘 분해를 이용해 구심력의 크기를 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 질량은 $1kg$, 중력가속도는 $10m/s^2$, 위쪽 끈의 장력은 $T_1 = 50N$이다.
구해야 할 값: 매달린 물체에 작용하는 구심력의 크기이다.
주의할 조건: 두 끈과 막대가 정삼각형을 이루므로 각 끈은 막대와 60 °를 이룬다. 물체는 같은 높이를 유지하며 회전하므로 수직방향 가속도는 0이다.

NoteBase

사용할 공식

수직방향 평형은 $T_1\cos 60^\circ - T_2\cos 60^\circ - mg = 0$이다.
수평방향 구심력은 $F_c = T_1\sin 60^\circ + T_2\sin 60^\circ$이다.
이 공식을 쓰는 이유: 물체는 원운동을 하지만 위아래로는 움직이지 않으므로 수직성분은 서로 평형을 이루고, 회전축 쪽 수평성분의 합만이 구심력이 되기 때문이다.

계산 과정

1. 수직방향 평형에서 $50 \times \cos 60^\circ - T_2\cos 60^\circ - 10 = 0$이다.
2. $25 - \frac{T_2}{2} - 10 = 0$이므로 $T_2 = 30N$이다.
3. 따라서 구심력은 $F_c = (50 + 30)\sin 60^\circ = 80 \times \frac{\sqrt{3}}{2} = 40\sqrt{3}N$이다.

선지별 해설

① O : 계산 결과 구심력은 $40\sqrt{3}N$이므로 옳다.
② X : $50\sqrt{3}N$은 아래쪽 끈의 수평성분을 빠뜨리고 위쪽 끈의 장력만으로 구심력을 계산한 값이다. 틀린 표현은 구심력을 $T_1\sin 60^\circ$만으로 본 점이며, 올바르게는 두 끈의 수평성분을 모두 더해야 한다.
③ X : $60\sqrt{3}N$은 수직방향 평형을 잘못 세워 아래쪽 끈의 장력을 실제보다 크게 잡을 때 나오는 과대계산 값이다. 틀린 표현은 T_2를 30 N이 아닌 더 큰 값으로 본 점이며, 올바르게는 $T_2 = 30N$이다.
④ X : $70\sqrt{3}N$은 두 끈의 수직성분과 무게의 관계를 혼동해 아래쪽 끈의 장력을 더 크게 잡은 값이다. 틀린 표현은 수직방향 힘의 평형을 무시한 점이며, 올바르게는 수직성분을 먼저 맞춘 뒤 수평성분만 합해야 한다.

오답 포인트

위쪽 끈과 아래쪽 끈의 수평성분이 모두 구심력에 기여한다는 점을 놓치기 쉽다. 또 원운동이라고 해서 모든 힘을 바로 더하면 안 되고, 먼저 수직방향 평형으로 T_2를 구한 뒤 수평성분만 합해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

두 힘 이상이 원운동에 참여하는 문제는 먼저 회전축과 평행한 방향에서 평형 여부를 확인하고, 그다음 회전축에 수직인 방향의 성분만 모아 구심력을 계산하는 순서로 판단한다.

암기 포인트

원운동에서 구심력은 회전축 쪽 성분의 합이고, 축과 평행한 방향은 먼저 평형을 본다.

NoteBase