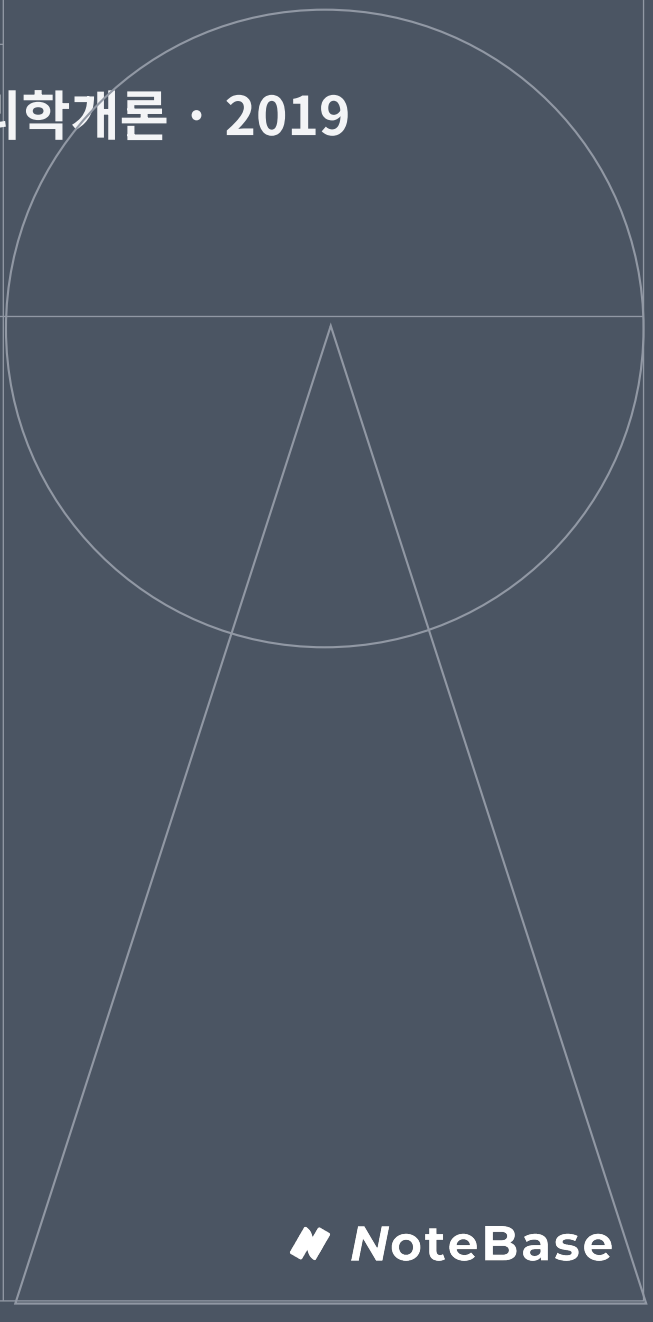
기출OX 해설집

공무원/소방/간부후보 · 물리학개론 · 2019



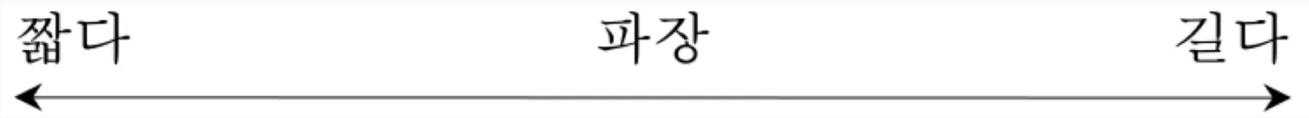
NoteBase

기출OX 해설집

공무원/소방/간부후보 · 물리학개론 · 2019

공무원/소방/간부후보 · 물리학개론 · 2019

문 1. 전자기파를 파장이 짧은 것부터 긴 순서로 바르게 나열한 것은?



① 감마선 - X선 - 자외선 - 가시광선 - 적외선 - 전파

② 감마선 - X선 - 적외선 - 가시광선 - 자외선 - 전파

③ 전파 - 자외선 - 가시광선 - 적외선 - X선 - 감마선

④ 전파 - 적외선 - 가시광선 - 자외선 - X선 - 감마선

⑤ 전파 - 가시광선 - 적외선 - 자외선 - X선 - 감마선

정답 1번

출제 포인트

이 문제는 전자기파를 파장이 짧은 것부터 긴 것까지 배열하는 순서를 묻는다. 진공에서 전자기파의 파장은 감마선, X선, 자외선, 가시광선, 적외선, 전파 순으로 길어진다.

올바른 순서

1. 감마선 — 전자기파 중 파장이 가장 짧은 쪽에 놓인다.
2. X선 — 감마선 다음이며 자외선보다 파장이 짧다.
3. 자외선 — X선보다 길고 가시광선보다 짧다.
4. 가시광선 — 자외선과 적외선 사이에 놓인다.
5. 적외선 — 가시광선보다 길고 전파보다 짧다.
6. 전파 — 전자기파 중 파장이 가장 긴 쪽에 놓인다.

왜 이 순서: 진공에서 전자기파의 속력은 같으므로 파장이 길어질수록 진동수는 작아진다. 따라서 감마선에서 전파로 갈수록 파장은 길어지는 방향이다.

NoteBase

선지별 해설

① O — 감마선 → X선 → 자외선 → 가시광선 → 적외선 → 전파는 파장이 짧은 것부터 긴 것까지의 정확한 순서이다.
② X — 자외선과 적외선의 위치가 바뀌었다. 틀린 표현은 'X선 → 적외선 → 가시광선 → 자외선' 부분이며, 올바르게는 'X선 → 자외선 → 가시광선 → 적외선'이다.
③ X — 전파에서 감마선으로 나열하여 파장이 긴 것부터 짧은 것까지의 방향이다. 올바르게는 '감마선 → X선 → 자외선 → 가시광선 → 적외선 → 전파'이다.
④ X — 전파 → 적외선 → 가시광선 → 자외선 → X선 → 감마선은 전체적으로 파장이 긴 것부터 짧은 것까지의 역순이다. 올바르게는 '감마선 → X선 → 자외선 → 가시광선 → 적외선 → 전파'이다.
⑤ X — 전파에서 시작하므로 요구한 짧은 파장부터의 배열이 아니며, 가시광선과 적외선의 순서도 기준 방향과 맞지 않는다. 올바르게는 '감마선 → X선 → 자외선 → 가시광선 → 적외선 → 전파'이다.

오답 포인트

③과 ④는 전자기파 종류 자체는 모두 포함하지만, 문제의 '짧은 것부터 긴 순서'와 반대 방향으로 배열한 것이 함정이다. ②는 자외선과 적외선 사이에 가시광선이 놓인다는 관계를 바꾸어 놓았다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 문제에서 요구한 방향이 짧은 파장에서 긴 파장인지 확인한다. 감마선이 가장 짧고 전파가 가장 길다는 양 끝을 정한 뒤, 가운데를 X선 → 자외선 → 가시광선 → 적외선으로 배열하면 된다.

암기 포인트

짧음 → 김: 감-X-자-가-적-전, 즉 감마선 → X선 → 자외선 → 가시광선 → 적외선 → 전파이다.

NoteBase

문 2. 자동차가 도로의 직선 구간을 144km/h의 속도로 달리고 있다. 이때 마주 보고 달려오는 순찰차를 운전자가 발견하고 -4m/s^2의 등가속도운동을 하여 속도를 72km/h까지 줄였다. 속도를 144km/h에서 72km/h로 줄이는 데 걸리는 시간은?

① 2s

② 3s

③ 5s

④ 9s

⑤ 18s

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 등가속도 운동에서 속도 변화와 가속도를 이용해 걸린 시간을 구하는 문제이다.

조건 정리

처음 속도는 $144km/h = 40m/s$이고, 나중 속도는 $72km/h = 20m/s$이다. 가속도는 $-4m/s^2$이며, 음수 부호는 진행 방향을 양(+)으로 정했을 때 속도가 감소함을 뜻한다.

사용할 공식

등가속도 운동에서는 $v = v_0 + at$를 사용한다. 가속도가 일정하고 처음 속도, 나중 속도, 가속도가 모두 주어졌으므로 이 식으로 시간을 바로 구할 수 있다.

계산 과정

$20 = 40 + (-4)t$

$-20 = -4t$

$t = 5s$

따라서 속도를 $144km/h$에서 $72km/h$로 줄이는 데 걸리는 시간은 $5s$이다.

선지 판단

① X: 계산 결과는 $5s$이므로 $2s$는 맞지 않는다. 틀린 표현은 $2s$이며, 올바르게는 $5s$이다.

② X: 계산 결과는 $5s$이므로 $3s$는 맞지 않는다. 틀린 표현은 $3s$이며, 올바르게는 $5s$이다.

③ O: $v = v_0 + at$에 단위를 m/s로 바꾸어 대입하면 $t = 5s$가 된다.

④ X: 계산 결과는 $5s$이므로 $9s$는 맞지 않는다. 틀린 표현은 $9s$이며, 올바르게는 $5s$이다.

⑤ X: 계산 결과는 $5s$이므로 $18s$는 맞지 않는다. 틀린 표현은 $18s$이며, 올바르게는 $5s$이다.

NoteBase

오답 포인트

속도를 km/h 상태로 두고 가속도 m/s^2를 대입하면 시간 단위가 맞지 않는다. $144km/h$와 $72km/h$를 각각 $40m/s$, $20m/s$로 바꾼 뒤, 감속의 부호까지 포함해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

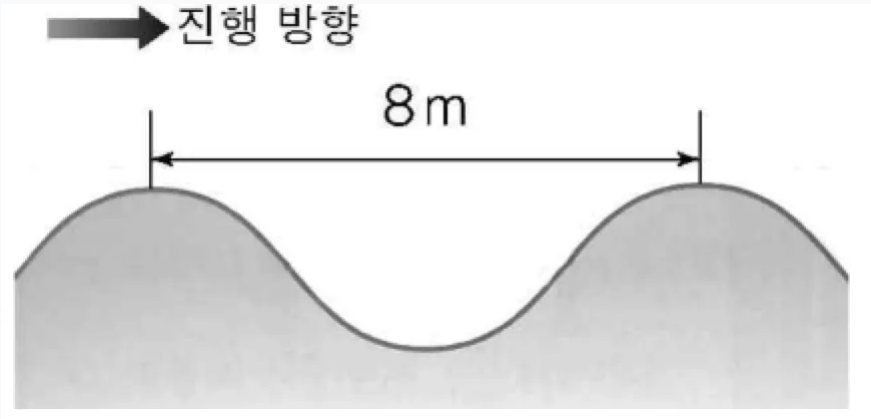
등가속도 운동에서 시간을 구할 때는 속도를 먼저 m/s로 통일하고, $v = v_0 + at$에 처음 속도·나중 속도·가속도를 대입해 t를 계산한다.

암기 포인트

등가속도 시간은 $t = (v - v_0)/a$이고, 속도 단위는 가속도의 초 단위에 맞춰 m/s로 통일한다.

NoteBase

문 3. 그림은 수면의 높이가 일정한 주기로 변하는 수면파가 전파되는 모습을 나타낸 것이다. 수면파의 주기는 8초이고 이웃한 마루와 마루 사이의 거리는 8m이다. 수면파의 진행 속력은?



① 1m/s

② 2m/s

③ 4m/s

④ 5m/s

⑤ 8m/s

정답 1번

출제 포인트

이 문제는 수면파의 진행 속력, 주기, 파장의 관계를 이용해 속력을 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 주기 $T = 8s$, 이웃한 마루 사이의 거리 $\lambda = 8m$이다.
구해야 할 값: 수면파의 진행 속력 v이다.
주의할 조건: 이웃한 마루와 마루 사이의 거리는 한 파장이다.

사용할 공식

$v = \frac{\lambda}{T}$
파동은 한 주기 동안 한 파장만큼 진행하므로 이 공식을 사용한다.

NoteBase

계산 과정

1. 그림의 마루와 다음 마루 사이 거리이므로 파장은 $\lambda = 8m$이다.
2. 주기는 $T = 8s$이다.
3. $v = \frac{\lambda}{T} = \frac{8m}{8s} = 1m/s$이다.

선지 판단

① O: 계산한 진행 속력은 $1m/s$이므로 옳다.
② X: $2m/s$는 계산 결과와 다르다. 틀린 표현 $2m/s$ → 올바르게는 $1m/s$이다. 이는 주기를 $4s$로 잘못 보았을 때 나올 수 있는 값이다.
③ X: $4m/s$는 계산 결과와 다르다. 틀린 표현 $4m/s$ → 올바르게는 $1m/s$이다. 이는 파장 $8m$을 주기 $2s$로 나누는 식의 주기 오독에서 나올 수 있는 값이다.
④ X: $5m/s$는 계산 결과와 다르다. 틀린 표현 $5m/s$ → 올바르게는 $1m/s$이다. 주어진 파장과 주기를 적용한 값이 아니다.
⑤ X: $8m/s$는 계산 결과와 다르다. 틀린 표현 $8m/s$ → 올바르게는 $1m/s$이다. 이는 파장만 보고 주기 $8s$로 나누지 않은 경우의 값이다.
계산 결과가 $1m/s$이므로 정답은 1번이다.

오답 포인트

그림의 $8m$는 속력이 아니라 이웃한 마루 사이의 거리, 즉 파장이다. 따라서 ⑤처럼 $8m$를 그대로 속력으로 쓰지 않고, 반드시 주기 $8s$로 나눈다.

다시 나오면 이렇게 판단

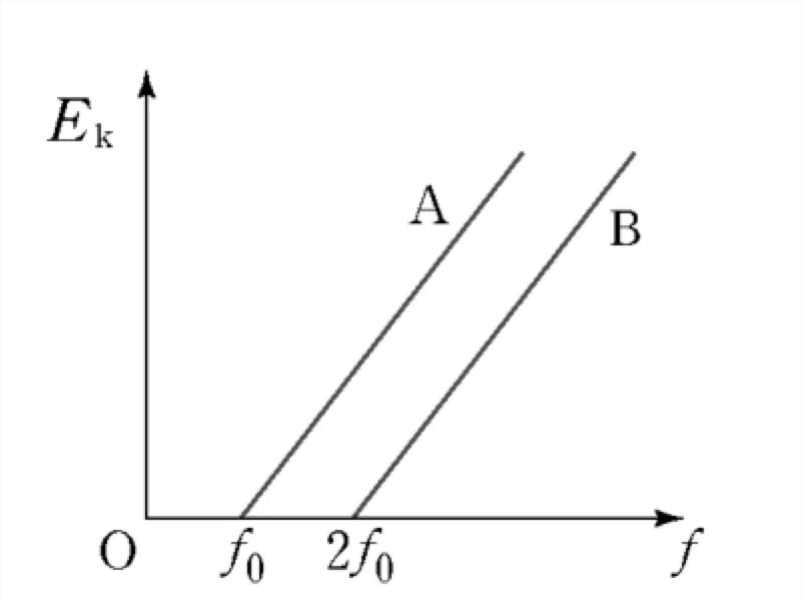
파동의 속력을 묻는 문제에서는 먼저 같은 위상인 두 점 사이 거리로 파장 λ를 찾고, $v = \lambda/T$에 주기를 대입해 단위를 m/s로 확인한다.

암기 포인트

한 주기 동안 한 파장 진행: $v = \lambda/T$이다.

NoteBase

문 4. 그래프는 금속판 A, B에 단색광을 비추었을 때 발생한 광전자의 최대 운동 에너지 E_k를 단색광의 진동수 f에 따라 나타낸 것이다. 이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?



<보기>

ㄱ. 일함수는 A가 B보다 크다.

ㄴ. A, B 그래프의 기울기는 같다.

ㄷ. $3f_0$의 단색광을 비추었을 때 A에서 발생한 광전자의 최대 운동 에너지가 B에서 발생한 광전자의 최대 운동 에너지보다 크다.

① ㄱ

② ㄴ

③ ㄱ, ㄷ

④ ㄴ, ㄷ

⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

정답 4번

출제 포인트

광전효과 그래프에서 x절편은 문턱진동수, 기울기는 플랑크 상수 h임을 읽어 일함수와 최대 운동 에너지를 비교하는 문제이다.

NoteBase

자료 읽는 순서

1. x축과 만나는 점을 문턱진동수로 읽는다.
2. $E_k = hf - \phi = h(f - f_0)$에서 기울기가 h임을 확인한다.
3. 같은 진동수에서 각 금속판의 문턱진동수만큼 뺀 값을 비교한다.

핵심 근거

그래프의 x절편은 A가 f_0, B가 $2f_0$이다. 일함수는 $\phi = hf_0$이므로 $\phi_A = hf_0$, $\phi_B = 2hf_0$이다. 따라서 ㄱ은 X이고, 두 직선의 기울기는 모두 h이므로 ㄴ은 O이다. $f = 3f_0$일 때 $E_{k,A} = h(3f_0 - f_0) = 2hf_0$, $E_{k,B} = h(3f_0 - 2f_0) = hf_0$이므로 ㄷ도 O이다.

선지별 해설

① X
ㄱ만 옳다는 선택지이나 ㄱ은 틀리다. 틀린 표현: '일함수는 A가 B보다 크다' → 올바르게는 B의 일함수가 A보다 크다.

② X
ㄴ은 옳지만 ㄷ도 옳으므로 ㄴ만 고른 것은 틀리다. 틀린 표현: 'ㄴ' → 올바르게는 'ㄴ, ㄷ'이다.

③ X
ㄱ은 틀리고 ㄴ은 옳다. 틀린 표현: 'ㄱ, ㄷ' → 올바르게는 'ㄴ, ㄷ'이다.

④ O
ㄴ과 ㄷ이 모두 옳다. 두 그래프의 기울기는 h로 같고, $3f_0$에서 A의 최대 운동 에너지는 $2hf_0$, B의 것은 hf_0이다.

⑤ X
ㄱ이 포함되어 있으므로 틀리다. 틀린 표현: 'ㄱ, ㄴ, ㄷ' → 올바르게는 'ㄴ, ㄷ'이다.

오답 포인트

문턱진동수가 큰 금속판일수록 광전자를 떼어 내는 데 더 많은 에너지가 필요하므로 일함수가 더 크다. A의 그래프가 왼쪽에 있다는 사실을 A의 일함수가 크다는 뜻으로 반대로 읽기 쉽다.

다시 나오면 이렇게 판단

광전효과의 E_k-f 그래프에서는 x절편으로 일함수의 크기를 비교하고, 직선의 기울기로 플랑크 상수를 비교한다. 같은 진동수에서 최대 운동 에너지는 문턱진동수가 더 작은 금속판이 더 크다.

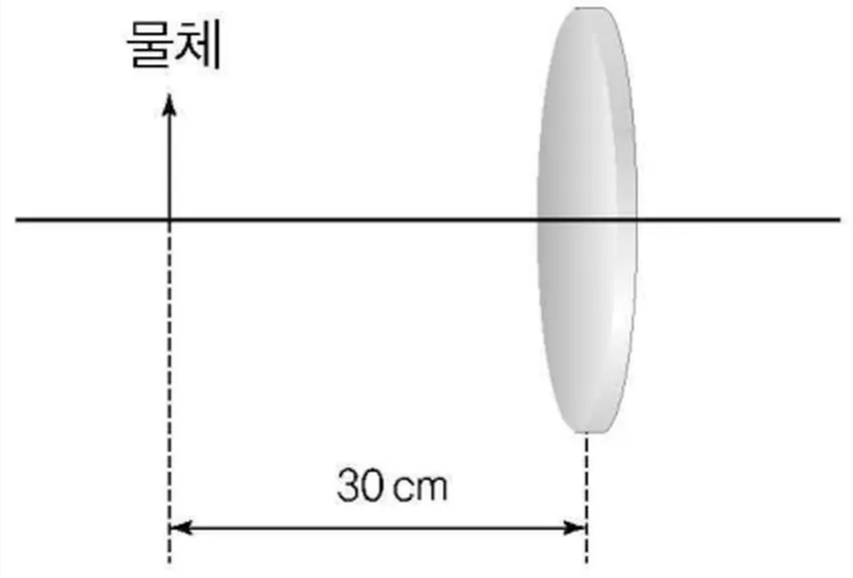
NoteBase

암기 포인트

$E_k = hf - \phi = h(f - f_0)$: x절편 f_0가 클수록 일함수는 크고, 기울기는 항상 h이다.

NoteBase

문 5. 그림과 같이 초점거리가 15cm인 볼록 렌즈가 있다. 렌즈로부터 30cm 떨어진 렌즈 축상의 한 점에 놓여 있는 물체에 대한 상의 배율은?



① $\frac{1}{2}$배

② 1배

③ $\frac{3}{2}$배

④ 2배

⑤ $\frac{5}{2}$배

정답 2번

출제 포인트

볼록 렌즈의 렌즈식으로 상거리를 구한 뒤, 물체거리와 상거리를 비교하여 상의 크기 배율을 구하는 문제이다.

조건 정리

초점거리는 $f = 15cm$이고 물체거리는 $d_o = 30cm$이다. 물체는 초점거리의 2배인 $2f$ 위치에 놓여 있다.

사용할 공식

렌즈식은 $\frac{1}{f} = \frac{1}{d_o} + \frac{1}{d_i}$ 이고, 상의 크기 배율의 절댓값은 $|m| = \frac{d_i}{d_o}$이다. 물체거리와 초점거리가 주어졌으므로 먼저 렌즈식으로 상거리 d_i를 구한다.

NoteBase

계산 과정

렌즈식에 대입하면 $\frac{1}{15} = \frac{1}{30} + \frac{1}{d_i}$ 이므로 $\frac{1}{d_i} = \frac{1}{30}$, 따라서 $d_i = 30cm$이다.
상의 크기 배율은 $|m| = \frac{30}{30} = 1$배이다. 물체가 $2f$에 있으면 상도 반대쪽 $2f$에 생기며 크기는 물체와 같다.

선지 판단

① X — 계산 결과는 1배이므로 $\frac{1}{2}$배가 아니다. 틀린 표현: $\frac{1}{2}$배 → 올바르게는 1배이다.
② O — 물체거리와 상거리가 모두 $30cm$이므로 상의 크기 배율은 1배이다.
③ X — 계산 결과는 1배이므로 $\frac{3}{2}$배가 아니다. 틀린 표현: $\frac{3}{2}$배 → 올바르게는 1배이다.
④ X — 계산 결과는 1배이므로 2배가 아니다. 틀린 표현: 2배 → 올바르게는 1배이다.
⑤ X — 계산 결과는 1배이므로 $\frac{5}{2}$배가 아니다. 틀린 표현: $\frac{5}{2}$배 → 올바르게는 1배이다.

오답 포인트

물체가 $2f$에 있을 때 상의 위치만 $2f$로 판단하고 배율을 따로 확인하지 않는 경우가 있다. 이때 물체거리와 상거리가 같으므로 크기 배율은 반드시 1배이다.

다시 나오면 이렇게 판단

볼록 렌즈 문제는 f, d_o, d_i를 같은 단위로 정리한 뒤 렌즈식으로 d_i를 구하고, $|m| = d_i/d_o$로 크기 배율을 판단한다.

암기 포인트

볼록 렌즈에서 물체가 $2f$에 있으면 상도 $2f$에 생기고, 상의 크기는 1배이다.

NoteBase

문 6. 물체를 지면에서 연직 위 방향으로 v_0의 속력으로 던졌더니 높이 4.9m에서 물체의 속력이 0이 되었다. v_0은? (단, 공기의 저항과 물체의 크기는 무시하고, 중력가속도는 9.8m/s^{2}이다.)

① 1.0m/s

② 2.0m/s

③ 4.9m/s

④ 9.8m/s

⑤ 19.6m/s

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 공기 저항을 무시한 연직 위 운동에서 최고점의 높이와 초기 속도의 관계를 이용해 v_0를 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값은 최고 높이 $h = 4.9m$, 중력가속도 $g = 9.8m/s^2$이다. 최고점에서는 물체의 속력이 0이므로 최종 속도는 $v = 0$이다.

사용할 공식

연직 방향 등가속도 운동식은 $v^2 = v_0^2 - 2gh$이다. 위쪽을 양의 방향으로 잡으면 가속도는 $-g$이고, 최고점의 속도가 0이므로 이 식으로 초기 속도를 구할 수 있다.

계산 과정

$0 = v_0^2 - 2 \times 9.8 \times 4.9$

$v_0^2 = 96.04$

$v_0 = 9.8m/s$

초기 속력은 양수이므로 $v_0 = 9.8m/s$이다.

NoteBase

선지 판단

① X: $1.0m/s$는 계산 결과와 다르다. 틀린 값 $1.0m/s$ → 올바르게는 $9.8m/s$이다.
② X: $2.0m/s$는 계산 결과와 다르다. 틀린 값 $2.0m/s$ → 올바르게는 $9.8m/s$이다.
③ X: $4.9m/s$는 최고 높이 $4.9m$의 수치를 속력으로 잘못 옮긴 값이다. 틀린 값 $4.9m/s$ → 올바르게는 $9.8m/s$이다.
④ O: 계산 결과가 $9.8m/s$이므로 옳다.
⑤ X: $19.6m/s$는 $2gh$의 값을 제곱근 처리하지 않은 수치와 관련된 오답이다. 틀린 값 $19.6m/s$ → 올바르게는 $9.8m/s$이다.
계산 결과 $v_0 = 9.8m/s$이므로 정답은 4번이다.

오답 포인트

④의 $9.8m/s$와 중력가속도 $9.8m/s^2$의 수치가 같아 단순 대입으로 고르기 쉽다. 그러나 이 문항에서는 $2gh$를 계산한 뒤 반드시 제곱근을 취해 속력을 구해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

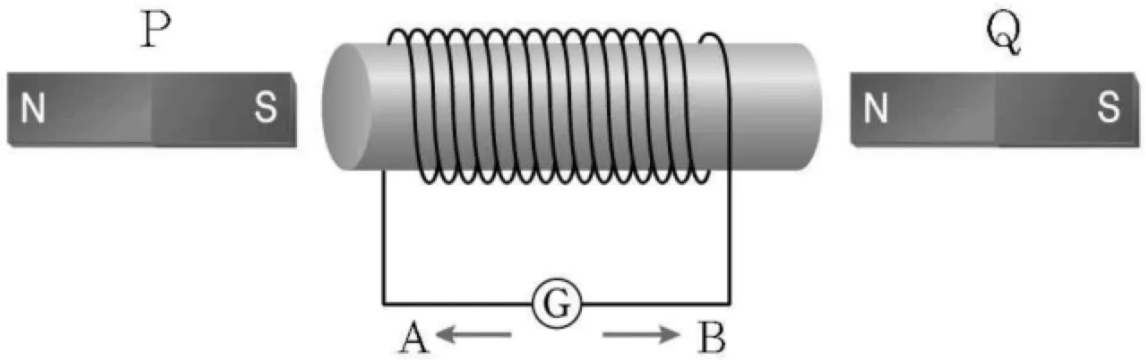
연직 위 운동에서 최고점의 높이가 주어지면 먼저 최고점에서 $v = 0$을 놓고, $v^2 = v_0^2 - 2gh$에 대입한 뒤 마지막에 제곱근을 취해 속력의 단위를 m/s로 검산한다.

암기 포인트

최고점에서는 $v = 0$, 따라서 $v_0 = \sqrt{2gh}$이다.

NoteBase

문 7. 그림과 같이 고정된 코일과 막대자석 P, Q가 놓여 있다. 이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?



<보기>

ㄱ. P가 코일에 접근하면 A 방향으로 유도 전류가 흐른다.

ㄴ. P가 코일에 접근하는 동안 코일을 지나는 자기 선속은 증가한다.

ㄷ. Q가 코일에서 멀어지면 B 방향으로 유도 전류가 흐른다.

① ㄱ

② ㄴ

③ ㄷ

④ ㄱ, ㄴ

⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

정답 5번

출제 포인트

이 문제는 막대자석의 운동으로 변하는 자기선속과, 그 변화를 방해하는 방향으로 유도 전류가 생긴다는 렌츠 법칙을 묻는다. P의 S극과 Q의 N극이 코일을 향하므로, 두 경우 모두 코일을 지나는 외부 자기장의 방향은 왼쪽이다.

핵심 개념

전자기 유도는 코일을 지나는 자기선속이 변할 때 유도 전류가 생기는 현상이다. 유도 전류가 만드는 자기장은 자기선속의 변화를 방해하는 방향이며, 코일의 극성과 전류 방향은 오른손 법칙으로 서로 연결된다.

NoteBase

선지별 해설

① X: ㄱ만 옳다고 한 선택지이다. P가 접근할 때 ㄴ도 옳고, Q가 멀어질 때 ㄷ도 옳다. 틀린 표현은 'ㄱ'만을 고른 점이며, 올바르게는 ㄱ, ㄴ, ㄷ이다.

② X: ㄴ만 옳다고 한 선택지이다. P가 접근하면 ㄱ도 성립하고, Q가 멀어지면 ㄷ도 성립한다. 틀린 표현은 'ㄴ'만을 고른 점이며, 올바르게는 ㄱ, ㄴ, ㄷ이다.

③ X: ㄷ만 옳다고 한 선택지이다. P가 접근할 때 코일을 지나는 왼쪽 방향 자기선속은 증가하므로 ㄴ이 옳고, 이를 막기 위한 유도 전류는 A 방향이므로 ㄱ도 옳다. 틀린 표현은 'ㄷ'만을 고른 점이며, 올바르게는 ㄱ, ㄴ, ㄷ이다.

④ X: ㄱ, ㄴ만 옳다고 한 선택지이다. Q의 N극이 코일에서 멀어지면 왼쪽 방향 자기선속이 감소한다. 코일은 이를 보충하려고 왼쪽 방향 자기장을 만들며, 전류는 B 방향으로 흐르므로 ㄷ도 옳다. 틀린 표현은 ㄷ을 제외한 점이며, 올바르게는 ㄱ, ㄴ, ㄷ이다.

⑤ O: ㄱ, ㄴ, ㄷ이 모두 옳다. P의 S극이 접근하면 왼쪽 방향 자기선속이 증가하여 이를 막는 오른쪽 방향 자기장이 생기고 전류는 A 방향으로 흐른다. Q의 N극이 멀어지면 왼쪽 방향 자기선속이 감소하여 이를 유지하는 왼쪽 방향 자기장이 생기고 전류는 B 방향으로 흐른다.

오답 포인트

자석의 극만 보고 전류 방향을 바로 정하면 혼동하기 쉽다. 먼저 코일 내부의 외부 자기장 방향을 정한 뒤, 접근·이탈에 따라 그 방향의 자기선속이 증가하는지 감소하는지를 판단해야 한다. P의 접근과 Q의 이탈은 유도 전류 방향이 서로 반대이지만, ㄱ·ㄴ·ㄷ은 모두 참이다.

다시 나오면 이렇게 판단

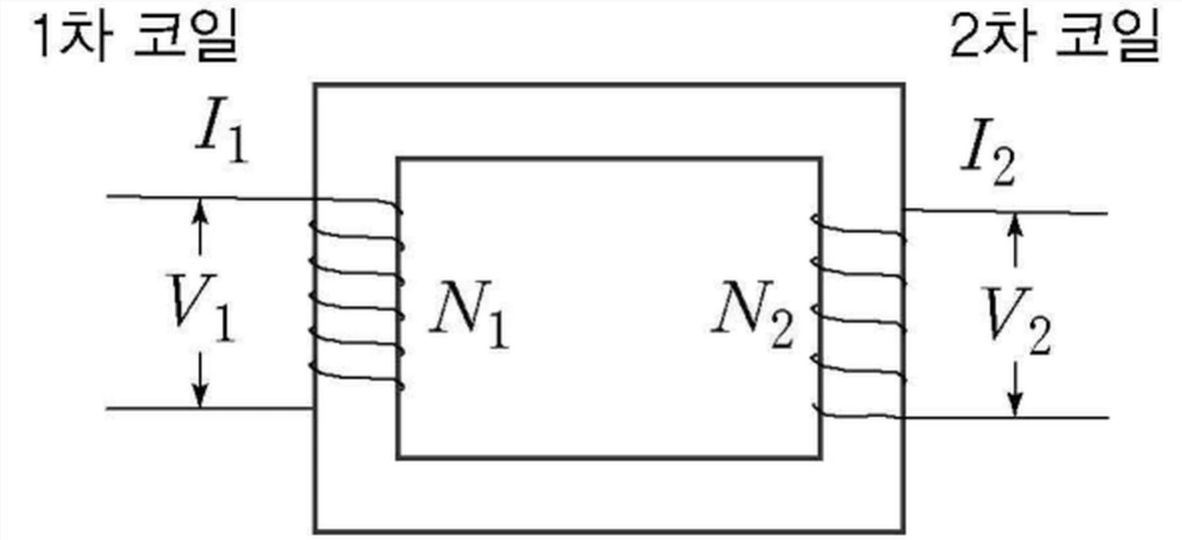
자석의 코일 쪽 극을 확인해 외부 자기장 방향을 정한다. 다음으로 접근이면 자기선속 증가, 이탈이면 자기선속 감소로 판단한다. 마지막으로 렌츠 법칙에 따라 증가를 막거나 감소를 보충하는 유도 자기장 방향을 정하고, 그 극성에서 전류 방향을 읽는다.

암기 포인트

렌츠 법칙은 '증가는 반대로 막고, 감소는 같은 방향으로 보충한다'이다.

NoteBase

문 8. 그림은 1차 코일과 2차 코일의 감은 수 $N_1 : N_2 = 10 : 1$인 변압기를 나타낸 것이다.



1차 코일에 전압 1000V, 전류 1A가 공급된다면 2차 코일에서 출력되는 전압(V_2)과 전류(I_2)는 각각 얼마인가? (단, 에너지 전환과정에서 에너지 손실은 무시한다.)

① V_2: 1V, I_2: 1000A

② V_2: 10V, I_2: 100A

③ V_2: 100V, I_2: 10A

④ V_2: 1000V, I_2: 1A

⑤ V_2: 10000V, I_2: 0.1A

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 이상적인 변압기에서 권수비에 따른 전압비와 에너지 손실이 없을 때의 전력 보존을 적용하는 문제이다.

조건 정리

주어진 권수비는 $N_1 : N_2 = 10 : 1$이고, 1차 전압과 전류는 각각 $V_1 = 1000V$, $I_1 = 1A$이다. 구할 값은 2차 전압 V_2와 2차 전류 I_2이다. 에너지 손실을 무시하므로 입력 전력과 출력 전력이 같다.

사용할 공식

변압기의 전압비는 $\frac{V_1}{V_2} = \frac{N_1}{N_2}$이고, 손실이 없으면 $V_1 I_1 = V_2 I_2$이다. 유도 전압은 코일의 감은 수에 비례하므로 권수비로 전압비를 구한다.

NoteBase

계산 과정

$\frac{1000}{V_2} = \frac{10}{1}$이므로 $V_2 = 100V$이다. 또한 입력 전력은 $1000V \times 1A = 1000W$이다. 따라서 $100V \times I_2 = 1000W$이므로 $I_2 = 10A$이다.

선지 판단

① X: $V_2 = 1V$, $I_2 = 1000A$는 권수비 $10 : 1$에 맞지 않는다. 틀린 표현 → 올바르게는 $V_2 = 100V$, $I_2 = 10A$이다.

② X: $V_2 = 10V$, $I_2 = 100A$는 전압을 권수비보다 한 번 더 낮게 계산한 값이다. 틀린 표현 → 올바르게는 $V_2 = 100V$, $I_2 = 10A$이다.

③ O: 권수비로 $V_2 = 100V$이고, 전력 보존으로 $I_2 = 10A$이므로 옳다.

④ X: $V_2 = 1000V$, $I_2 = 1A$는 1차와 2차의 권수 차이를 반영하지 않은 값이다. 틀린 표현 → 올바르게는 $V_2 = 100V$, $I_2 = 10A$이다.

⑤ X: $V_2 = 10000V$, $I_2 = 0.1A$는 권수비의 방향을 거꾸로 적용한 값이다. 틀린 표현 → 올바르게는 $V_2 = 100V$, $I_2 = 10A$이다.

오답 포인트

권수가 10배 많은 1차 코일 쪽의 전압이 10배 크다. 따라서 ①·②처럼 2차 전압을 지나치게 낮추거나, ⑤처럼 전압비의 방향을 반대로 적용하면 안 된다. 전압이 10분의 1이 되면 손실이 없는 경우 전류는 10배가 된다.

다시 나오면 이렇게 판단

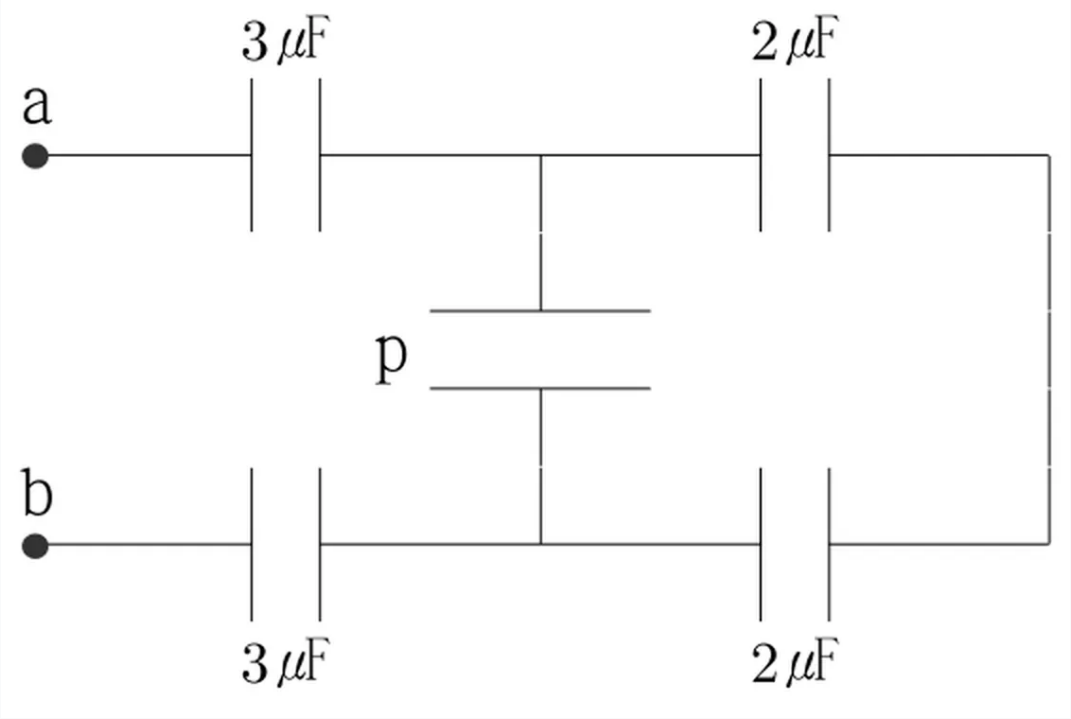
변압기 문제에서는 먼저 $V_1 : V_2 = N_1 : N_2$로 전압을 구하고, 이어서 $V_1 I_1 = V_2 I_2$로 전류를 구한다. 권수가 적은 쪽은 전압이 낮고 전류가 크다고 판단한다.

암기 포인트

이상적 변압기: 전압은 권수에 비례하고, 전류는 권수에 반비례한다.

NoteBase

문 9. 그림에서 *a*점과 *b*점 사이에 있는 축전기의 합성전기용량은 1μF이다. 가운데 놓여 있는 축전기 *p*의 전기용량은?



① 1μF

② 2μF

③ 3μF

④ 4μF

⑤ 5μF

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 대칭인 축전기 회로를 직렬·병렬로 합성하여 가운데 축전기 *p*의 전기용량을 구하는 문제이다.

조건 정리

a와 윗중간점 사이 및 b와 아랫중간점 사이에는 각각 3μF가 연결되어 있다. 오른쪽의 2μF 두 개는 그 사이의 오른쪽 접점이 외부와 연결되지 않은 직렬 연결이다. 따라서 윗중간점과 아랫중간점 사이에서 이 두 축전기의 합성용량은 1μF이고, 이는 축전기 *p*와 병렬이다.

NoteBase

사용할 공식

직렬 연결에서는 $\frac{1}{C}=\frac{1}{C_1}+\frac{1}{C_2}$, 병렬 연결에서는 $C=C_1+C_2$를 사용한다. a와 b 사이 전체 회로는 $3\mu F$, 가운데 합성부, $3\mu F$의 직렬 연결이므로 이 공식을 적용한다.

계산 과정

1. 오른쪽 $2\mu F$ 두 개의 직렬합성용량은 $C_R=\frac{2\times 2}{2+2}=1\mu F$이다.
2. 가운데 두 점 사이의 합성용량은 $C_M=p+1\,\mu F$이다.
3. 전체 합성용량이 $1\mu F$이므로 $\frac{1}{1}=\frac{1}{3}+\frac{1}{p+1}+\frac{1}{3}$이다. 따라서 $\frac{1}{p+1}=\frac{1}{3}$, $p+1=3$이므로 $p=2\mu F$이다.

선지 판단

① X: $1\mu F$가 아니다. 이는 축전기 p를 제외한 오른쪽 $2\mu F$ 두 개의 직렬합성용량이다. 올바르게는 $p=2\mu F$이다.
② O: 계산 결과 $p=2\mu F$이므로 옳다.
③ X: $3\mu F$가 아니다. $p=3\mu F$로 두면 가운데 합성용량은 $4\mu F$가 되어 전체 합성용량이 $1\mu F$가 되지 않는다. 올바르게는 $p=2\mu F$이다.
④ X: $4\mu F$가 아니다. 오른쪽 직렬부의 $1\mu F$를 p와 더한 뒤 전체 직렬 조건을 적용해야 한다. 올바르게는 $p=2\mu F$이다.
⑤ X: $5\mu F$가 아니다. $p=5\mu F$이면 가운데 합성용량은 $6\mu F$가 되어 주어진 전체 합성용량과 맞지 않는다. 올바르게는 $p=2\mu F$이다.

오답 포인트

오른쪽의 $2\mu F$ 두 개를 병렬로 보고 $4\mu F$로 더하는 실수가 흔하다. 두 축전기는 오른쪽의 하나의 떠 있는 접점을 거쳐 차례로 연결되어 있으므로 직렬이며, 합성용량은 $1\mu F$이다.

다시 나오면 이렇게 판단

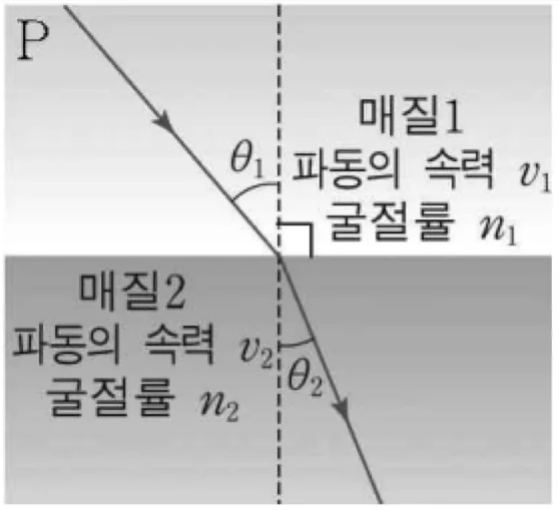
회로의 각 접점을 먼저 표시하고, 같은 두 접점에 물린 축전기만 병렬로 묶는다. 한 개의 떠 있는 접점을 사이에 두고 차례로 연결된 두 축전기는 직렬합성한 뒤, 남은 부분의 직렬·병렬 관계를 다시 판단한다.

암기 포인트

떠 있는 한 접점을 사이에 둔 두 축전기는 직렬, 같은 두 접점에 연결되면 병렬이다.

NoteBase

문 10. 그림과 같이 단색광 P가 매질1에서 매질2로 진행한다. 이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, $\theta_1 > \theta_2$이다.)



<보기>

ㄱ. $v_1 > v_2$이다.

ㄴ. $n_1 < n_2$이다.

ㄷ. 단색광 P가 반대로 θ_2의 각도로 매질2에서 입사하면 매질1에서는 θ_1과 같은 각도로 굴절한다.

① ㄱ

② ㄴ

③ ㄱ, ㄷ

④ ㄴ, ㄷ

⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

정답 5번

출제 포인트

이 문제는 굴절각의 크기와 굴절률·파동 속력의 관계, 그리고 빛의 진행 경로의 가역성을 묻는 문제이다.

핵심 개념

굴절률은 빛의 속력과 $n = c/v$의 관계를 가지므로 굴절률이 큰 매질에서는 빛의 속력이 작다. 경계면에서 $n_1 \sin\theta_1 = n_2 \sin\theta_2$가 성립하며, 빛은 진행 방향을 반대로 해도 같은 경로를 역으로 따른다.

NoteBase

선지별 해설

① X: ㄱ만으로는 옳은 설명을 모두 고른 것이 아니다. $\theta_1 > \theta_2$이므로 $n_1 \sin\theta_1 = n_2 \sin\theta_2$에서 $n_1 < n_2$이고, $v = c/n$에 따라 $v_1 > v_2$이다. 틀린 선택 내용 'ㄱ' → 올바르게는 'ㄱ, ㄴ, ㄷ'이다.

② X: ㄴ은 옳지만 ㄷ도 옳으므로 ㄴ만 고른 선택은 틀리다. 틀린 선택 내용 'ㄴ' → 올바르게는 'ㄱ, ㄴ, ㄷ'이다.

③ X: ㄱ과 ㄷ은 옳지만 ㄴ도 옳으므로 두 항목만 고른 선택은 틀리다. 틀린 선택 내용 'ㄱ, ㄷ' → 올바르게는 'ㄱ, ㄴ, ㄷ'이다.

④ X: ㄴ과 ㄷ은 옳지만 ㄱ도 옳으므로 두 항목만 고른 선택은 틀리다. 틀린 선택 내용 'ㄴ, ㄷ' → 올바르게는 'ㄱ, ㄴ, ㄷ'이다.

⑤ O: $\theta_1 > \theta_2$에서 $n_1 < n_2$, 따라서 $v_1 > v_2$이다. 또한 매질2에서 θ_2로 역입사하면 빛의 경로가 가역적이어서 매질1에서 θ_1로 굴절한다. 그러므로 ㄱ, ㄴ, ㄷ이 모두 옳다.

오답 포인트

각도가 더 작은 매질2를 '굴절률이 작은 매질'로 착각하기 쉽다. 법선 쪽으로 굴절하여 $\theta_2 < \theta_1$가 된 경우에는 매질2의 굴절률이 더 크고 빛의 속력은 더 작다.

다시 나오면 이렇게 판단

입사각보다 굴절각이 작으면 빛이 법선 쪽으로 꺾인 것이므로 진행한 매질의 굴절률은 커지고 속력은 작아진다. 이어서 경로를 반대로 따라가면 두 각도도 서로 바뀌어 원래 경로를 역으로 따른다.

암기 포인트

법선 쪽 굴절: 굴절률 증가, 속력 감소. 빛의 경로: 역으로 가도 같은 길을 되짚는다.

NoteBase

문 11. 철수가 높은 건물에서 승강기를 타고 연직 아래로 내려가고 있다. 승강기의 속도가 빨라질 때와 느려질 때, 승강기 안에서 측정되는 철수의 몸무게 변화로 옳은 것은?

① 속도가 빨라질 때: 감소한다, 속도가 느려질 때: 감소한다

② 속도가 빨라질 때: 감소한다, 속도가 느려질 때: 증가한다

③ 속도가 빨라질 때: 증가한다, 속도가 느려질 때: 감소한다

④ 속도가 빨라질 때: 증가한다, 속도가 느려질 때: 증가한다

⑤ 속도가 빨라질 때: 변함없다, 속도가 느려질 때: 변함없다

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 하강 중인 승강기의 가속도 방향에 따라 철수에게 작용하는 수직항력, 즉 저울로 측정되는 겉보기 무게가 어떻게 달라지는지를 묻는다.

핵심 개념

승강기 안에서 측정되는 몸무게는 철수의 실제 중력 mg가 아니라 바닥이 철수를 떠받치는 수직항력 N이다. 아래쪽으로 가속하면 N은 mg보다 작아지고, 위쪽으로 가속하면 N은 mg보다 커진다. 하강 중 속도가 빨라질 때는 아래쪽 가속, 하강 중 속도가 느려질 때는 위쪽 가속이다.

선지별 해설

① X: 속도가 빨라질 때는 아래쪽으로 가속하므로 몸무게가 감소한다. 그러나 속도가 느려질 때는 위쪽으로 가속하므로 몸무게가 증가한다. 틀린 표현은 두 번째 '감소한다'이며, 올바르게는 '증가한다'이다.
② O: 하강 속도가 빨라질 때는 아래쪽 가속으로 수직항력이 작아져 감소하고, 하강 속도가 느려질 때는 위쪽 가속으로 수직항력이 커져 증가한다.
③ X: 속도가 빨라질 때의 '증가한다'와 속도가 느려질 때의 '감소한다'가 모두 반대이다. 올바르게는 각각 '감소한다', '증가한다'이다.
④ X: 속도가 느려질 때 몸무게가 증가하는 것은 맞지만, 속도가 빨라질 때 몸무게는 증가하지 않는다. 틀린 표현은 첫 번째 '증가한다'이며, 올바르게는 '감소한다'이다.
⑤ X: 속도가 변하는 두 경우 모두 가속도가 있으므로 몸무게는 변한다. '변함없다'는 가속도가 0인 등속 운동일 때에만 성립한다. 올바르게는 빨라질 때 감소, 느려질 때 증가이다.

오답 포인트

운동 방향과 가속도 방향을 같은 것으로 보는 것이 함정이다. 하강 중이라도 속도가 느려지면 가속도는 위쪽이므로 수직항력과 겉보기 무게가 증가한다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

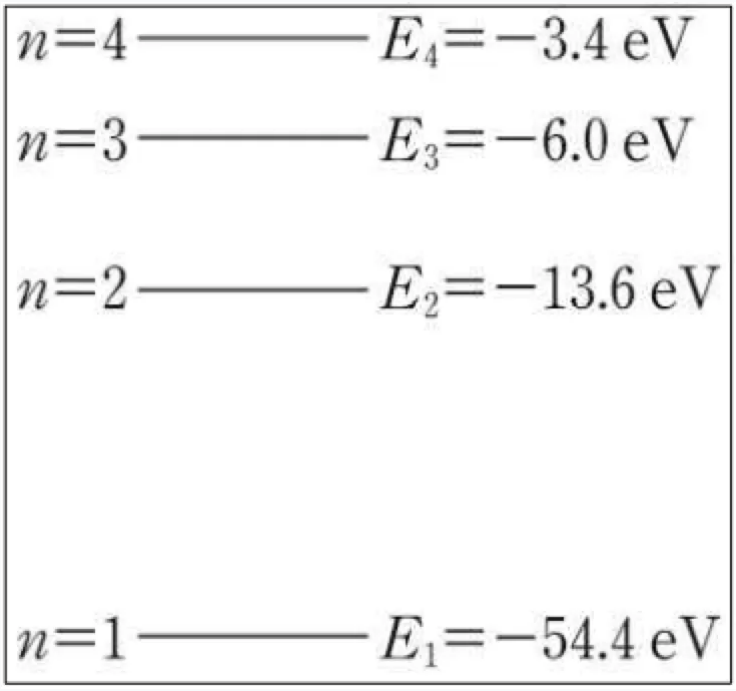
먼저 속도가 커지는지 작아지는지로 가속도 방향을 정한다. 가속도가 아래쪽이면 겉보기 무게는 감소하고, 위쪽이면 증가한다고 판단한다.

암기 포인트

아래로 가속하면 가벼워지고, 위로 가속하면 무거워진다.

NoteBase

문 12. 그림은 어떤 원자의 에너지 준위를 나타낸 것이다. $n=2$에서 전자가 다른 상태로 전이할 때, 방출하는 광자의 에너지로 옳은 것은?



① 2.6eV
② 3.4eV
③ 7.6eV
④ 40.8eV
⑤ 54.4eV

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 전자가 높은 에너지 준위에서 낮은 에너지 준위로 전이할 때 방출하는 광자 에너지가 두 준위의 에너지 차와 같다는 원리를 이용하는 문제이다.

조건 정리

주어진 초기 상태는 $n=2, E_2=-13.6eV$이다. 방출은 더 낮은 에너지 상태로 내려갈 때 일어나므로 가능한 전이는 $n=2 \rightarrow n=1$이다. 최종 상태의 에너지는 $E_1=-54.4eV$이다.

NoteBase

사용할 공식

방출 광자의 에너지는 $E_{\text{photon}} = E_{\text{initial}} - E_{\text{final}}$이다. 전자가 낮은 준위로 전이하면 원자의 에너지가 감소하며, 그 감소량이 양의 광자 에너지로 방출된다.

계산 과정

1. 방출 전이는 $n = 2 \to n = 1$이다.
2. 두 준위의 차를 계산하면 $E_{\text{photon}} = (-13.6) - (-54.4) = 40.8eV$이다.
3. 따라서 방출 광자의 에너지는 $40.8eV$이다.

선지 판단

① X: $2.6eV$는 $n = 4$와 $n = 3$의 에너지 차 $(-3.4) - (-6.0)$이다. 이 문항의 $n = 2 \to n = 1$ 전이 에너지는 아니다. 틀린 표현 '$2.6eV$' → 올바르게는 '$40.8eV$'이다.
② X: $3.4eV$는 $n = 4$ 준위의 에너지 크기와 관련된 값이며, $n = 2 \to n = 1$의 준위 차가 아니다. 틀린 표현 '$3.4eV$' → 올바르게는 '$40.8eV$'이다.
③ X: $7.6eV$는 $n = 2$와 $n = 3$의 에너지 차 $(-6.0) - (-13.6)$이다. 이는 $n = 2 \to n = 3$으로 올라갈 때 필요한 흡수 에너지이다. 틀린 표현 '방출 광자의 에너지 $7.6eV$' → 올바르게는 '흡수 광자의 에너지 $7.6eV$'이다.
④ O: $n = 2 \to n = 1$에서 $40.8eV$가 방출되므로 옳다.
⑤ X: $54.4eV$는 $n = 1$ 상태의 전자를 이온화시키는 데 필요한 에너지이다. $n = 2$에서 $n = 1$로 전이할 때의 방출 에너지는 아니다. 틀린 표현 '$54.4eV$' → 올바르게는 '$40.8eV$'이다.

오답 포인트

음수로 표시된 준위값 자체와 두 준위의 차를 혼동하기 쉽다. 또한 ③의 $7.6eV$는 $n = 2 \to n = 3$ 전이에 필요한 흡수 에너지인데, 이를 방출 에너지로 바꾸어 판단하면 틀린다.

다시 나오면 이렇게 판단

에너지 준위 문제에서는 먼저 전이 방향을 확인한다. 아래 준위로 가면 방출이고, 방출 에너지는 초기 준위 에너지에서 최종 준위 에너지를 뺀 값으로 계산한다.

암기 포인트

방출은 아래로, 광자 에너지는 준위 차이다: $E_{\text{photon}} = E_i - E_f$.

NoteBase

문 13. 강물이 3m/s의 속도로 북쪽으로 흐르고 있다. 고무보트로 폭이 1km인 강을 가로질러 가는데 강물에 대한 고무보트의 속도는 동쪽으로 4m/s이다. 고무보트가 반대편 강기슭에 도달하였을 때 고무보트는 출발점에서 북쪽으로 얼마만큼 떨어져 있는가? (단, 고무보트의 크기는 무시한다.)

① 250m

② 500m

③ 750m

④ 1000m

⑤ 1250m

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 강물의 속도와 고무보트의 강물에 대한 속도를 성분으로 나누어, 강을 건너는 동안의 북쪽 이동거리를 구하는 문제이다.

조건 정리

강물은 북쪽으로 $3m/s$로 흐른다. 고무보트는 강물에 대해 동쪽으로 $4m/s$로 움직인다. 강의 폭은 $1km = 1000m$이다. 동쪽 성분이 강을 가로지르는 속도이고, 북쪽 성분이 떠내려가는 속도이다.

사용할 공식

강을 건너는 시간은 t=강의 폭동쪽 속도이고, 북쪽 이동거리는 $d = vt$이다. 보트가 강물에 대해 정확히 동쪽으로 가므로 북쪽 속도는 강물의 속도 $3m/s$만 남는다.

계산 과정

강을 건너는 시간은 $t = \frac{1000m}{4m/s} = 250s$이다.
북쪽 이동거리는 $d = (3m/s) \times 250s = 750m$이다.
따라서 고무보트는 출발점에서 북쪽으로 $750m$ 떨어진 곳에 도달한다.

NoteBase

선지 판단

① X. 250m는 강을 건너는 시간인 250s를 거리와 혼동한 값이다. 틀린 표현 '250m' → 올바르게는 '750m'이다.
② X. 500m는 북쪽 속도를 2m/s로 잘못 적용했을 때의 값이다. 틀린 표현 '500m' → 올바르게는 '750m'이다.
③ O. 강을 건너는 데 250s가 걸리고, 그동안 강물이 북쪽으로 3m/s로 운반하므로 $3 \times 250 = 750m$이다.
④ X. 1000m는 강의 폭이며 북쪽 이동거리가 아니다. 틀린 표현 '1000m' → 올바르게는 '750m'이다.
⑤ X. 1250m는 동쪽으로 가는 속도 4m/s와 북쪽으로 흐르는 속도 3m/s를 같은 방향의 속도처럼 더해 계산한 값이다. 틀린 표현 '1250m' → 올바르게는 '750m'이다.

오답 포인트

강의 폭 1000m는 동쪽 이동거리이고, 질문에서 묻는 것은 북쪽 이동거리이다. 또한 동쪽 속도와 북쪽 속도는 서로 수직이므로, 북쪽 거리 계산에 두 속도를 단순히 더하지 않는다.

다시 나오면 이렇게 판단

도하 문제에서는 먼저 강폭을 가로지르는 방향의 속도로 시간을 구한다. 그다음 물살 방향 속도에 그 시간을 곱하여 떠내려간 거리를 구한다.

암기 포인트

도하 시간은 가로 성분으로, 표류 거리는 물살 성분에 시간 곱으로 구한다.

NoteBase

문 14. 일차원 직선상에서 등가속도운동을 하는 물체의 시간(t)에 따른 위치(x)는 $x = 3t^2 - 2t$로 주어진다. 물체가 0초에서 3초까지 운동하는 동안 평균 속도의 크기는? (단, 모든 물리량은 SI 단위로 표시한다.)

① 3m/s

② 5m/s

③ 7m/s

④ 9m/s

⑤ 11m/s

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 위치 함수로부터 0초부터 3초까지의 평균 속도의 크기를 구하는 문제이다. 평균 속도는 이동 거리 아니라 변위를 경과 시간으로 나눈 값이다.

조건 정리

주어진 위치 함수는 $x = 3t^2 - 2t$이다.
처음 위치는 $x(0) = 0$이고, 3초 뒤 위치는 $x(3) = 3 \times 3^2 - 2 \times 3 = 21$이다.
구할 값은 0초부터 3초까지 평균 속도의 크기이다.

사용할 공식

평균 속도는 $\bar{v} = \frac{\Delta x}{\Delta t}$이다.
평균 속도는 처음과 나중의 위치 차이인 변위를 기준으로 정의되므로, 물체가 중간에 방향을 바꾸었는지는 이동 거리와 달리 이 계산에 직접 더하지 않는다.

계산 과정

1. 변위는 $\Delta x = x(3) - x(0) = 21 - 0 = 21m$이다.
2. 경과 시간은 $\Delta t = 3s$이다.
3. 평균 속도는 $\bar{v} = \frac{21m}{3s} = 7m/s$이다. 양수이므로 평균 속도의 크기도 $7m/s$이다.

선지 판단

① X: $3m/s$는 평균 속도 계산값이 아니다. '3 m/s' → 올바르게는 $7m/s$이다.
② X: $5m/s$는 평균 속도 계산값이 아니다. '5 m/s' → 올바르게는 $7m/s$이다.
③ O: 변위 $21m$를 시간 $3s$로 나누면 $7m/s$이므로 옳다.
④ X: $9m/s$는 평균 속도 계산값이 아니다. '9 m/s' → 올바르게는 $7m/s$이다.
⑤ X: $11m/s$는 평균 속도 계산값이 아니다. '11 m/s' → 올바르게는 $7m/s$이다.

NoteBase

오답 포인트

순간 속도 $v = 6t - 2$는 $t = \frac{1}{3}s$에서 0이 되어 물체가 방향을 바꾼다. 이 사실 때문에 이동 거리로 나누는 평균 속력을 구하기 쉽지만, 문제는 평균 속도의 크기를 물으므로 변위를 사용한다.

다시 나오면 이렇게 판단

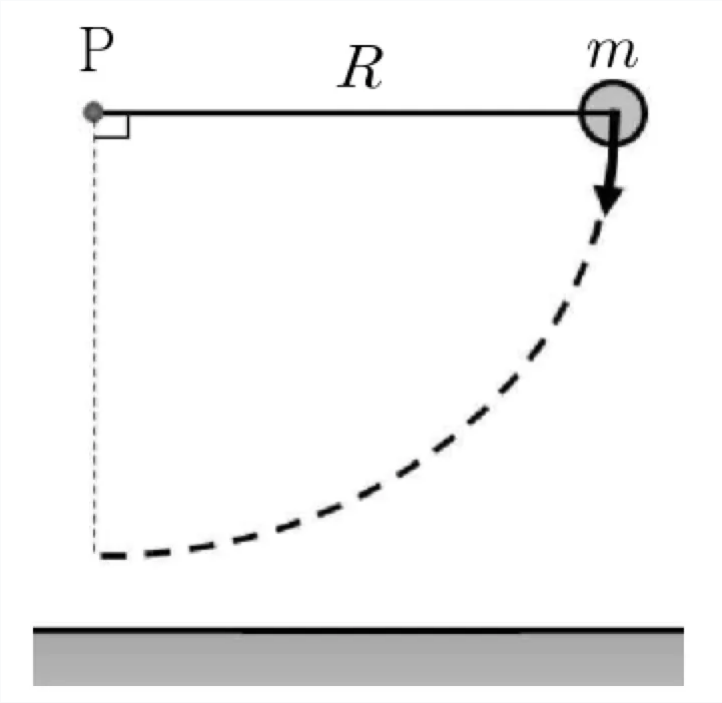
평균 속도는 \x(나중)-x(처음)\을 전체 시간으로 나누어 구한다. 평균 속력이라고 할 때에만 방향 전환을 반영한 전체 이동 거리를 전체 시간으로 나눈다.

암기 포인트

평균 속도는 변위÷시간, 평균 속력은 이동 거리÷시간이다.

NoteBase

문 15. 그림은 질량 m인 물체가 길이가 R인 끈의 오른쪽 끝에 매달려 수평으로 놓여 있다. 끈의 다른 한쪽 끝은 P점에 고정되어 있다. 물체를 정지 상태에서 가만히 놓아 최저점에 도달했을 때 물체의 속력은? (단, 공기저항과 끈의 질량은 무시하고, 끈의 길이는 변하지 않는다. 중력가속도는 g이다.)



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

정답 4번

출제 포인트

수평으로 놓였던 진자가 최저점까지 내려오며 잃는 중력 위치에너지를 운동에너지로 바꾸어 속력을 구하는 문제이다.

조건 정리

처음 물체는 P점과 같은 높이에 있고, 최저점은 P점보다 R만큼 낮다. 따라서 물체의 낙하 높이는 R이다.
처음에는 정지 상태이므로 처음 운동에너지는 0이며, 공기 저항이 없고 끈의 장력은 운동 방향에 수직이어서 일을 하지 않는다.

NoteBase

사용할 공식

역학적 에너지 보존을 적용하면 $mgR = \frac{1}{2}mv^2$이다. 중력만 위치에너지를 변화시키고, 그 감소량이 최저점에서의 운동에너지로 전환되므로 이 공식을 사용한다.

계산 과정

$mgR = \frac{1}{2}mv^2$

질량 m을 약분하면 $gR = \frac{1}{2}v^2$이다.

따라서 $v^2 = 2gR$이므로 $v = \sqrt{2gR}$이다.

선지 판단

① X: $\frac{\sqrt{gR}}{2}$이면 $v^2 = \frac{gR}{4}$가 되어 에너지 보존식의 $v^2 = 2gR$와 맞지 않는다. 틀린 표현 $\frac{\sqrt{gR}}{2}$ → 올바르게는 $\sqrt{2gR}$이다.

② X: $\sqrt{\frac{gR}{2}}$이면 $v^2 = \frac{gR}{2}$가 되어 필요한 운동에너지 mgR보다 작다. 틀린 표현 $\sqrt{\frac{gR}{2}}$ → 올바르게는 $\sqrt{2gR}$이다.

③ X: $\sqrt{gR}$은 $v^2 = gR$에 해당하여 $mgR = mv^2$처럼 운동에너지의 $\frac{1}{2}$를 빠뜨린 결과이다. 틀린 표현 $\sqrt{gR}$ → 올바르게는 $\sqrt{2gR}$이다.

④ O: $v = \sqrt{2gR}$는 $mgR = \frac{1}{2}mv^2$를 만족한다.

⑤ X: $2\sqrt{gR}$이면 $v^2 = 4gR$가 되어, 낙하 높이가 $2R$인 경우에 필요한 에너지와 같다. 실제 낙하 높이는 R이다. 틀린 표현 $2\sqrt{gR}$ → 올바르게는 $\sqrt{2gR}$이다.

계산 결과 $\sqrt{2gR}$이므로 정답은 4번이다.

오답 포인트

수평 위치에서 최저점까지의 높이 차를 R로 잡는 것은 맞지만, mgR를 곧바로 mv^2와 같게 두면 ③처럼 $\sqrt{gR}$가 나온다. 운동에너지는 반드시 $\frac{1}{2}mv^2$임을 함께 적용한다.

다시 나오면 이렇게 판단

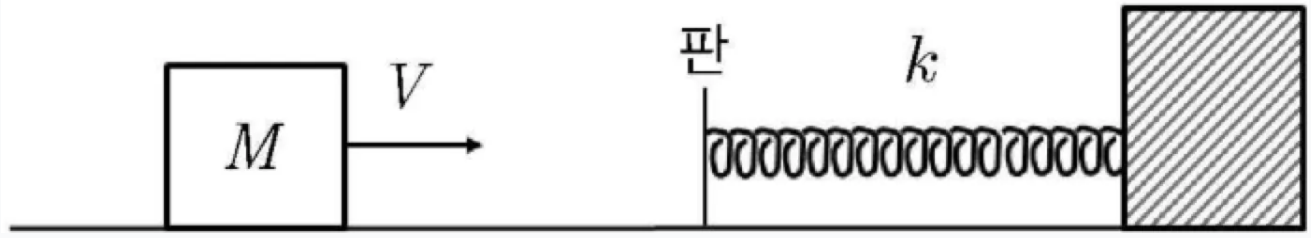
진자 운동에서 먼저 시작점과 도착점의 높이 차 h를 구한 뒤, 마찰이 없으면 $mgh = \frac{1}{2}mv^2$를 적용한다. 장력은 줄 방향이고 순간 운동은 줄에 수직이므로 장력의 일은 0이다.

암기 포인트

높이 h만큼 내려오면 $v = \sqrt{2gh}$이다. 이 문제에서는 $h = R$이므로 $v = \sqrt{2gR}$이다.

NoteBase

문 16. 그림과 같이 용수철 상수가 k인 용수철의 한쪽 끝이 벽면에 고정되어 있다. 왼쪽에서 질량 M의 물체가 속도 V로 용수철에 접근하여 용수철의 판과 완전비탄성충돌 하였다. 용수철이 최대로 압축되는 길이는? (단, 바닥면과 물체 사이의 마찰과 판과 용수철의 질량은 무시하고, 용수철은 길이가 압축은 되지만 구부러지지는 않는다.)



① $\sqrt{\frac{M}{2k}}V$
② $\sqrt{\frac{M}{k}}V$
③ $2\sqrt{\frac{M}{k}}$
④ $\frac{MV}{2k}$
⑤ $\frac{MV}{k}$

정답 2번

출제 포인트

질량이 무시되는 판과 용수철에 질량 M인 물체가 완전비탄성충돌한 뒤, 물체의 운동 에너지가 용수철의 탄성 퍼텐셜 에너지로 모두 전환되는 조건을 이용하여 최대 압축량을 구하는 문제이다. 완전비탄성충돌이라는 말 때문에 운동 에너지가 일부 사라진다고 넘겨짚기 쉬우나, 판의 질량이 0이라는 단서가 그 손실을 0으로 만든다는 점이 핵심이다.

조건 정리

물체의 질량은 M, 충돌 직전 속력은 V, 용수철 상수는 k이다. 바닥 마찰과 판·용수철의 질량은 무시되며, 최대 압축 순간에는 물체의 속력이 0이 된다.

NoteBase

사용할 공식

초기 운동 에너지와 최대 압축 때의 탄성 퍼텐셜 에너지를 같게 둔다.
$\frac{1}{2}MV^2 = \frac{1}{2}kx_{\max}^2$
이 식을 그대로 쓸 수 있는 이유는 다음과 같다. 완전비탄성충돌에서 잃는 운동 에너지는 환산질량 $\mu = \frac{Mm}{M+m}$과 충돌 전 상대속도 v에 대해 $\frac{1}{2}\mu v^2$인데, 판의 질량이 $m = 0$이면 $\mu = 0$이 되어 손실 에너지도 0이다. 운동량 보존으로 따져도 $MV = (M+0)v'$에서 $v' = V$이므로, 물체는 완전비탄성충돌 직후에도 속력 V를 그대로 유지한 채 판과 붙어 용수철을 밀고 들어간다. 여기에 바닥 마찰도 없으므로 초기 운동 에너지가 전부 탄성 퍼텐셜 에너지로 저장된다.

계산 과정

1. 최대 압축 순간에는 물체가 잠시 멈추므로 운동 에너지가 0이다.
2. 따라서 $\frac{1}{2}MV^2 = \frac{1}{2}kx_{\max}^2$이다.
3. $x_{\max}^2 = \frac{M}{k}V^2$이므로 $x_{\max} = V\sqrt{\frac{M}{k}}$이다.

선지 판단

① X: $V\sqrt{\frac{M}{2k}}$는 정답보다 $1/\sqrt{2}$배 작다. 틀린 표현 $2k$ → 올바르게는 k이다. $\frac{1}{2}$는 운동 에너지와 탄성 퍼텐셜 에너지 양쪽에 모두 있어 약분된다.
② O: $V\sqrt{\frac{M}{k}}$는 에너지 보존식에서 얻은 최대 압축량과 일치한다.
③ X: $2V\sqrt{\frac{M}{k}}$는 정답의 2배이다. 틀린 표현 $2\sqrt{\frac{M}{k}}V$ → 올바르게는 $\sqrt{\frac{M}{k}}V$이다. 에너지식의 속력은 V^2로 들어가므로, 제곱근을 취한 뒤 별도의 2는 남지 않는다.
④ X: $\frac{MV}{2k}$는 길이가 아니다. 틀린 표현 $\frac{MV}{2k}$ → 올바르게는 $V\sqrt{\frac{M}{k}}$이다. MV/k의 단위는 시간이고, 최대 압축량의 길이 단위와 맞지 않는다.
⑤ X: $\frac{MV}{k}$도 길이가 아니다. 틀린 표현 $\frac{MV}{k}$ → 올바르게는 $V\sqrt{\frac{M}{k}}$이다. 질량과 용수철 상수의 비에는 제곱근이 필요하다.

오답 포인트

①에서는 에너지식 양변의 $\frac{1}{2}$가 약분됨을 놓치기 쉽고, ④·⑤에서는 M/k에 제곱근이 빠져 식의 단위가 길이가 아닌 시간으로 바뀌는 점이 함정이다.

다시 나오면 이렇게 판단

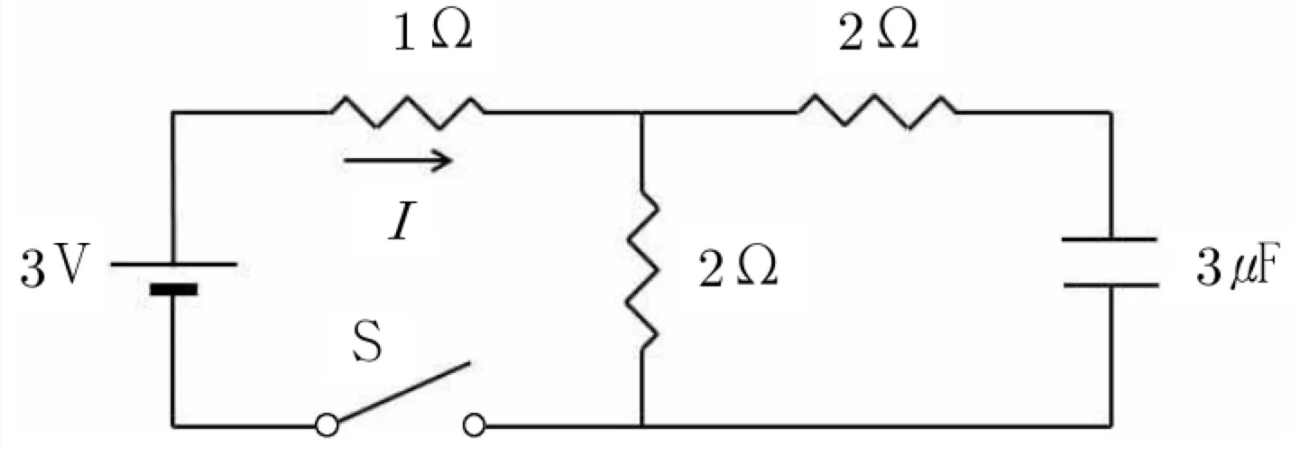
마찰이 없고 최대 압축 순간의 속력이 0인 물체-용수철 문제에서는 먼저 $\frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2}kx^2$를 세운 뒤, 결과의 단위가 길이인지 확인한다.

암기 포인트

물체-용수철 최대 압축량은 $x_{\max} = v\sqrt{m/k}$이다.

NoteBase

문 17. 그림과 같이 전압이 3V로 일정한 전원장치, 세 개의 저항, 축전기, 스위치 S를 이용하여 회로를 구성하였다. 스위치 S를 닫아 축전기가 완전히 충전되었을 때, 1Ω에 흐르는 전류는?



① 0.5A

② 1A

③ 1.5A

④ 2.5A

⑤ 3A

정답 2번

출제 포인트

축전기가 완전히 충전된 뒤의 직류 정상상태에서 축전기 가지의 전류가 0이 되는 성질과 합성저항을 이용하는 문제이다.

조건 정리

전원 전압은 $3V$이다. 구하려는 전류는 1Ω 저항을 지나는 전류이다. 축전기가 완전히 충전되면 축전기 양단 전압은 더 이상 변하지 않으므로, 축전기가 포함된 오른쪽 가지에는 전류가 흐르지 않는다. 따라서 오른쪽의 2Ω 저항도 전류가 0이다.

사용할 공식

옴의 법칙은 $I = \frac{V}{R}$이다. 완전 충전 뒤에는 축전기 가지를 개방회로로 보므로, 전류가 흐르는 경로에는 1Ω과 세로 방향의 2Ω 저항만 직렬로 남는다.

계산 과정

합성저항은 $R = 1\Omega + 2\Omega = 3\Omega$이다. 따라서 1Ω 저항을 지나는 전류는 $I = \frac{3V}{3\Omega} = 1A$이다.

NoteBase

선지 판단

① X: 전류가 0.5A라는 표현이 틀렸다. 완전 충전 뒤의 전류는 1A이다. 0.5A는 축전기 가지를 개방한 뒤의 합성저항 3Ω와 옴의 법칙을 적용한 결과와 일치하지 않는다.
② O: 완전 충전 뒤 전류는 1A이므로 옳다.
③ X: 전류가 1.5A라는 표현이 틀렸다. 올바른 값은 1A이다. 이는 세로 방향의 2Ω 저항을 빼고 계산한 값이다.
④ X: 전류가 2.5A라는 표현이 틀렸다. 올바른 값은 1A이다. 이 값도 정상상태의 합성저항 3Ω로는 얻어지지 않는다.
⑤ X: 전류가 3A라는 표현이 틀렸다. 올바른 값은 1A이다. 이는 1Ω 저항만 남는다고 잘못 본 경우의 값이다.

오답 포인트

축전기가 완전히 충전된 상태를 처음 스위치를 닫은 순간과 혼동하는 것이 함정이다. 정상상태에서는 축전기 가지가 개방되어 오른쪽 2Ω 저항을 지나는 전류도 0이지만, 세로 방향의 2Ω 저항은 여전히 전류 경로에 포함된다.

다시 나오면 이렇게 판단

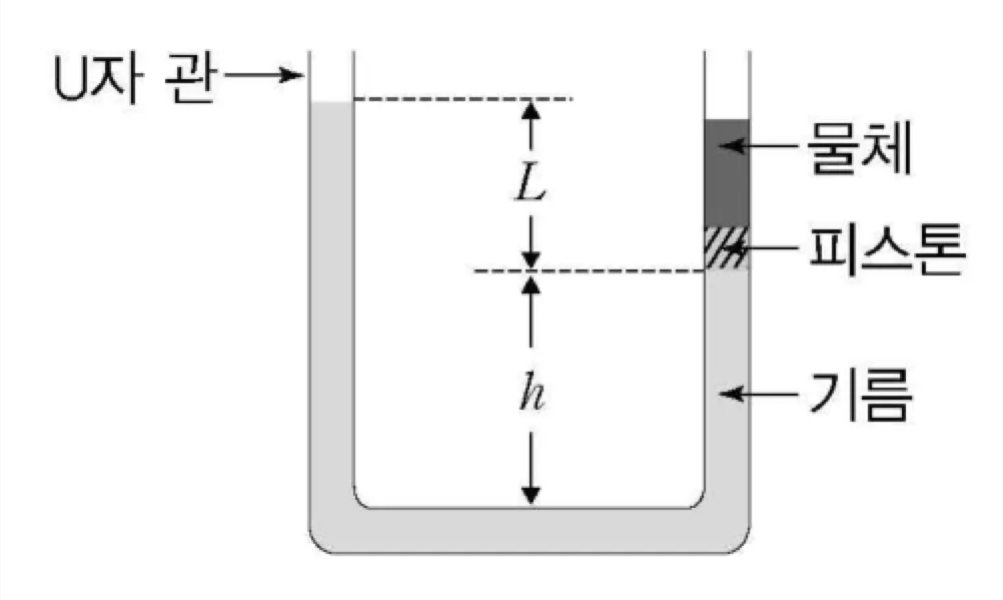
직류 회로에서 시간이 충분히 지난 뒤의 축전기는 먼저 개방회로로 바꾼다. 그다음 실제로 남은 전류 경로의 저항만 합성하여 $I = V/R$를 적용한다.

암기 포인트

직류 정상상태의 축전기: 전류는 0, 회로에서는 개방회로이다.

NoteBase

문 18. 그림과 같이 단면적이 A인 U자 관 내에 밀도가 ρ인 기름이 담겨 있다. 관의 오른쪽에는 피스톤 위에 물체가 놓여 정지해 있다. 물체의 질량은? (단, 피스톤의 질량, 피스톤의 두께와 모든 마찰은 무시한다.)



① $\rho A(L-h)$

② ρAL

③ ρAh

④ $\rho A(L+h)$

⑤ ρL^3

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 정지한 액체에서 같은 수평면의 압력이 같다는 원리로 피스톤 위 물체의 질량을 구하는 문제이다.

조건 정리

왼쪽 관의 기름 자유표면과 피스톤 아래 기름면의 높이 차는 L이다. 피스톤 단면적은 A, 기름의 밀도는 ρ이다. h는 피스톤 높이에서 관 바닥까지의 거리이지만, 두 지점 사이의 압력차를 구할 때는 포함되지 않는다.

사용할 공식

정지 유체에서 높이 차가 Δy인 두 지점의 압력차는 $\Delta p = \rho g \Delta y$이다. 피스톤에는 물체의 무게로 인한 압력 $\frac{mg}{A}$가 추가된다. 왼쪽 자유표면과 피스톤 아래는 모두 대기압을 기준으로 비교할 수 있으므로 이 공식을 사용한다.

NoteBase

계산 과정

1. 왼쪽 자유표면에서 피스톤과 같은 높이까지 L만큼 내려오면 압력 증가는 ρgL이다.
2. 피스톤 아래의 추가 압력은 물체가 누르는 압력 $\frac{mg}{A}$이다.
3. 따라서 $\frac{mg}{A} = \rho gL$이고, $m = \rho AL$이다. 중력가속도 g는 양변에서 약분된다.

선지 판단

① X. $\rho A(L - h)$에서 h를 빼는 것은 피스톤과 자유표면의 높이 차를 잘못 잡은 것이다. 틀린 표현 $L - h \rightarrow$ 올바르게는 L이다.
② O. 압력 평형식 $\frac{mg}{A} = \rho gL$로부터 $m = \rho AL$이므로 옳다.
③ X. ρAh는 자유표면과 피스톤 사이가 아니라 피스톤에서 바닥까지의 거리 h를 사용한 식이다. 틀린 표현 $h \rightarrow$ 올바르게는 L이다.
④ X. $\rho A(L + h)$는 필요한 높이 차 L에 바닥까지의 거리 h를 불필요하게 더한 것이다. 틀린 표현 $L + h \rightarrow$ 올바르게는 L이다.
⑤ X. ρL^3는 단면적 A를 반영하지 않은 식이다. 기름 기둥의 부피는 일반적으로 AL이므로, 올바른 질량식은 ρAL이다.

오답 포인트

그림에 표시된 h를 압력차의 높이로 착각하기 쉽다. 압력차에는 비교하는 두 점, 즉 왼쪽 자유표면과 피스톤 아래의 수직 높이 차 L만 사용한다.

다시 나오면 이렇게 판단

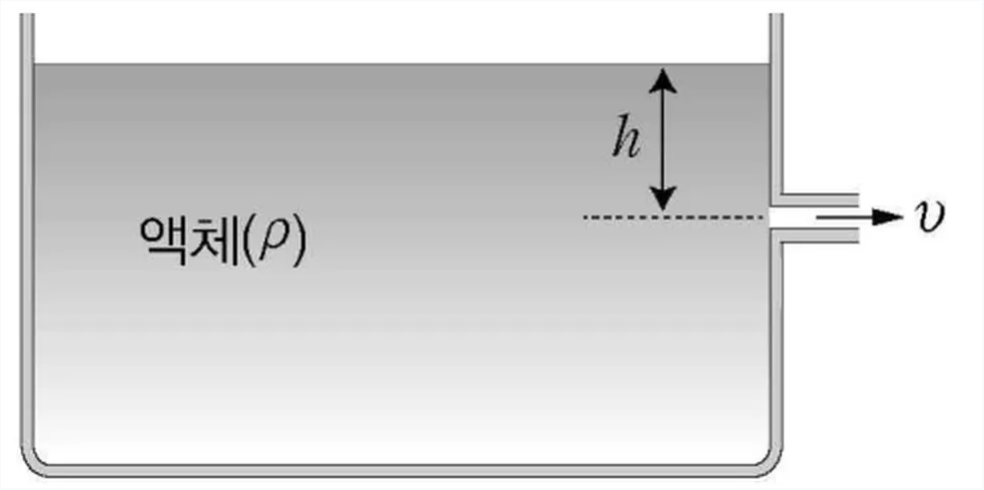
U자관 문제에서는 먼저 양쪽에서 비교할 같은 수평면을 정한다. 그 높이에서 한쪽의 액주 압력 $\rho g \times$높이 차와 다른 쪽의 외력에 의한 압력 $\frac{F}{A}$를 같게 놓고, 공통인 대기압과 g를 약분한다.

암기 포인트

U자관 평형은 '같은 높이의 압력 같음'이며, 물체 질량은 $m = \rho A \times$액면 높이 차이다.

NoteBase

문 19. 그림은 밀도가 ρ인 액체가 담긴 통의 액체 표면으로부터 깊이가 h인 곳에 있는 구멍에서 액체가 속력 v로 흘러나오는 것을 나타낸 것이다. 액체 표면과 구멍 밖에서 대기압은 같고, 통의 지름은 구멍의 지름보다 매우 커서 액체 표면이 낮아지는 속력은 무시한다. 액체의 속력 v는? (단, 중력가속도는 g이고, 액체는 베르누이 법칙을 만족한다.)



① $\sqrt{\frac{gh}{\rho}}$
② $\sqrt{\frac{2gh}{\rho}}$
③ $\sqrt{gh}$
④ $\sqrt{2gh}$
⑤ $\sqrt{2g\rho h}$

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 액면과 구멍 사이에 베르누이 방정식을 적용하여 유출 속도 v를 구하는 문제이다.

조건 정리

액면과 구멍의 높이 차는 h이다. 두 지점의 압력은 모두 대기압으로 같아 서로 상쇄된다. 통의 지름이 구멍보다 매우 크므로 액면의 하강 속도는 0으로 본다.

사용할 공식

베르누이 방정식은 p+(1)/(2)ρ v^2+ρ gz=일정이다. 같은 유체에서 액면과 구멍이 모두 대기와 접하고, 액면 속도가 무시되므로 높이 차에 따른 위치에너지가 유출 운동에너지로 바뀌는 상황이다.

NoteBase

계산 과정

액면을 1, 구멍을 2로 두면 $p_1 = p_2$, $v_1 = 0$, $z_1 - z_2 = h$이다.
$\rho g h = \frac{1}{2}\rho v^2$
양변의 ρ를 약분하면 $v^2 = 2gh$이므로,
$v = \sqrt{2gh}$
이다.

선지 판단

① X: $\sqrt{gh/\rho}$에는 불필요한 ρ가 남고 2도 빠져 있다. 틀린 표현 $\sqrt{gh/\rho}$ → 올바르게는 $\sqrt{2gh}$이다.
② X: $\sqrt{2gh/\rho}$는 밀도를 약분하지 않은 식이다. 틀린 표현 $\sqrt{2gh/\rho}$ → 올바르게는 $\sqrt{2gh}$이다.
③ X: $\sqrt{gh}$는 운동에너지 항의 $\frac{1}{2}$를 반영하지 않아 $\sqrt{2}$가 빠진 값이다. 틀린 표현 $\sqrt{gh}$ → 올바르게는 $\sqrt{2gh}$이다.
④ O: 베르누이 방정식에서 ρ가 약분되어 유출 속도는 $v = \sqrt{2gh}$가 된다.
⑤ X: $\sqrt{2g\rho h}$는 밀도가 속도식 안에 남아 차원이 속도가 되지 않는다. 틀린 표현 $\sqrt{2g\rho h}$ → 올바르게는 $\sqrt{2gh}$이다.
계산 결과 $v = \sqrt{2gh}$이므로 정답은 4번이다.

오답 포인트

밀도 ρ가 식에 주어져도 같은 액체의 두 지점에 베르누이 방정식을 적용하면 양변에서 약분된다. 또한 $\frac{1}{2}\rho v^2$의 $\frac{1}{2}$ 때문에 $\sqrt{gh}$가 아니라 $\sqrt{2gh}$가 된다.

다시 나오면 이렇게 판단

유출구와 액면이 모두 대기압이고 액면의 속도를 무시할 수 있으면, 먼저 압력항을 상쇄한 뒤 높이 차 h에 대해 $\rho g h = \frac{1}{2}\rho v^2$를 세운다. 이어 ρ가 약분되는지와 속도의 차원을 함께 확인한다.

암기 포인트

작은 구멍의 유출 속도: $v = \sqrt{2gh}$. 높이 차가 클수록 빠르고, 같은 유체에서는 밀도와 무관하다.

NoteBase

문 20. 금속 원기둥 A의 전기저항이 R이다. 금속 원기둥 B는 비저항과 길이가 각각 A의 2배이고, A와 B의 부피는 같다. B의 저항은?

① $\frac{R}{8}$
② $\frac{R}{4}$
③ R
④ $4R$
⑤ $8R$

정답 5번

출제 포인트

이 문제는 금속 원기둥의 저항식 $R = \rho L/A$와 부피 조건을 함께 이용하여 저항의 비를 구하는 문제이다.

조건 정리

A의 저항은 R이다.
B는 A보다 비저항이 2배이고 길이도 2배이다.
두 원기둥의 부피가 같으므로 단면적과 길이의 곱 AL은 같다. 따라서 B의 단면적은 A의 절반이다.

사용할 공식

$R = \rho\frac{L}{A}$
균일한 원기둥 도선의 저항은 비저항과 길이에 비례하고 단면적에 반비례한다. 이 문제에서는 비저항, 길이, 단면적이 모두 바뀌므로 저항식의 비를 사용한다.

계산 과정

부피가 같으므로 $A_A L_A = A_B L_B$이다. $L_B = 2L_A$이므로 $A_B = A_A/2$이다.
따라서
$\frac{R_B}{R_A} = \frac{\rho_B L_B A_A}{\rho_A L_A A_B} = 2 \times 2 \times 2 = 8$
그러므로 $R_B = 8R$이다.

NoteBase

선지 판단

① X: B의 저항은 $R/8$이 아니다. 틀린 표현 $R/8$ → 올바르게는 $8R$이다. 비저항·길이·단면적 변화의 효과를 모두 반대로 처리한 값이다.
② X: B의 저항은 $R/4$가 아니다. 틀린 표현 $R/4$ → 올바르게는 $8R$이다. 단면적이 절반이 되어 저항이 추가로 2배 커지는 점을 반영하지 못한 값이다.
③ X: B의 저항은 R이 아니다. 틀린 표현 R → 올바르게는 $8R$이다. 비저항과 길이가 각각 2배이고 단면적은 절반이므로 저항은 변하지 않는 것이 아니라 8배가 된다.
④ X: B의 저항은 $4R$이 아니다. 틀린 표현 $4R$ → 올바르게는 $8R$이다. 비저항과 길이의 2배만 곱하고, 같은 부피 조건에서 단면적이 절반이 되는 효과를 빠뜨린 값이다.
⑤ O: $R_B = 8R$이다. 비저항 2배, 길이 2배, 단면적 절반에 따른 2배를 모두 곱한 결과이다.

오답 포인트

같은 부피라는 조건을 단면적이 같다는 뜻으로 오해하기 쉽다. 길이가 2배인 B는 부피를 같게 하려면 단면적이 절반이 되고, 저항식에서 분모가 절반이므로 저항은 다시 2배가 된다.

다시 나오면 이렇게 판단

원기둥 도선의 비저항·길이·단면적이 함께 변하면 먼저 부피 조건으로 단면적의 비를 구한 뒤, $R \propto \rho L/A$에 각 비를 곱하여 판단한다.

암기 포인트

저항은 ρ와 L에 비례, A에 반비례한다. 같은 부피에서 길이 2배이면 단면적은 절반이고 저항에는 2배 효과가 추가된다.

NoteBase

문 21. 수평면에 고정된 용수철 총으로 질량 m인 구슬을 연직 위로 쏜다. 구슬이 발사된 지점으로부터 높이 h인 지점에서 속력이 0이 되려면 용수철을 x만큼 압축시켜야 한다. 용수철 상수는? (단, 공기저항, 모든 마찰, 용수철의 질량은 무시하며, 중력가속도는 g이다.)

① $\frac{mgh}{2x^2}$
② $\frac{mgh}{x^2}$
③ $\frac{2mgh}{x^2}$
④ $\frac{mgh}{x}$
⑤ $\frac{2mgh}{x}$

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 용수철의 탄성퍼텐셜에너지와 구슬의 중력퍼텐셜에너지 사이의 역학적 에너지 보존을 이용해 용수철 상수 k를 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값은 구슬의 질량 m, 최고점의 높이 h, 용수철의 압축량 x, 중력가속도 g이다. 공기저항과 마찰이 없고 용수철의 질량도 무시하므로, 처음의 탄성퍼텐셜에너지가 최고점에서의 중력퍼텐셜에너지로 모두 전환된다. 최고점에서는 속력이 0이므로 운동에너지는 0이다.

사용할 공식

용수철의 탄성퍼텐셜에너지는 $\frac{1}{2}kx^2$, 높이 h만큼 올라간 구슬의 중력퍼텐셜에너지는 mgh이다. 에너지 손실이 없고 최고점에서 운동에너지가 없으므로 $\frac{1}{2}kx^2 = mgh$를 사용한다.

계산 과정

1. 에너지 보존식은 $\frac{1}{2}kx^2 = mgh$이다.
2. 양변에 2를 곱하면 $kx^2 = 2mgh$이다.
3. 양변을 x^2로 나누면 $k = \frac{2mgh}{x^2}$이다.

NoteBase

선지 판단

① X: $\frac{mgh}{2x^2}$는 정답보다 4배 작다. 틀린 표현은 분모의 2이며, 올바르게는 $k=\frac{2mgh}{x^2}$이다.
② X: $\frac{mgh}{x^2}$는 에너지식의 $\frac{1}{2}$를 이항할 때 양변에 2를 곱하지 않아 나온 값이다. 올바르게는 $k=\frac{2mgh}{x^2}$이다.
③ O: 에너지 보존식 $\frac{1}{2}kx^2=mgh$에서 $k=\frac{2mgh}{x^2}$가 되어 계산 결과와 일치한다.
④ X: $\frac{mgh}{x}$는 용수철 에너지에 압축량의 제곱 x^2이 들어가는 점을 빠뜨린 값이다. 올바르게는 $k=\frac{2mgh}{x^2}$이다.
⑤ X: $\frac{2mgh}{x}$는 x^2를 x로 잘못 처리한 값이다. 올바르게는 $k=\frac{2mgh}{x^2}$이다.
계산 결과 $k=\frac{2mgh}{x^2}$이므로 정답은 3번이다.

오답 포인트

용수철의 에너지를 kx처럼 쓰거나 $\frac{1}{2}$를 빼먹기 쉽다. 탄성퍼텐셜에너지는 힘이 아니라 $\frac{1}{2}kx^2$이므로 압축량은 반드시 제곱으로 들어간다.

다시 나오면 이렇게 판단

마찰과 공기저항이 없고 최고점에서 속력이 0이면, 처음의 탄성퍼텐셜에너지 $\frac{1}{2}kx^2$를 최고점의 중력퍼텐셜에너지 mgh와 같게 두어 미지수를 푼다.

암기 포인트

용수철 에너지: $\frac{1}{2}kx^2$, 최고점 에너지: mgh이다.

NoteBase

문 22. 질량이 m인 인공위성이 질량이 M인 지구를 중심으로 등속원운동을 한다. 원운동의 반지름은 r, 만유인력상수는 G이다. 인공위성의 속력은?

① $\frac{\sqrt{GmM}}{r}$
② $\sqrt{\frac{GmM}{2r}}$
③ $\sqrt{\frac{GM}{r}}$
④ $\sqrt{\frac{GmM}{r}}$
⑤ $\frac{\sqrt{2GM}}{r}$

정답 3번

출제 포인트

만유인력이 인공위성의 원운동에 필요한 구심력이 될 때의 공전 속도를 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값은 인공위성 질량 m, 지구 질량 M, 궤도 반지름 r, 만유인력상수 G이다. 구할 값은 인공위성의 속력 v이다. 원운동의 구심력은 만유인력이 제공한다.

사용할 공식

만유인력은 $F_g = \frac{GMm}{r^2}$, 원운동에 필요한 구심력은 $F_c = \frac{mv^2}{r}$이다. 인공위성이 지구 중심을 등속원운동하므로 두 힘의 크기를 같게 둔다.

계산 과정

$\frac{GMm}{r^2} = \frac{mv^2}{r}$
양변에서 m을 약분하고 r을 정리하면 $v^2 = \frac{GM}{r}$이다.
따라서 $v = \sqrt{\frac{GM}{r}}$ 이다. 인공위성의 질량 m은 약분되므로 공전 속력에 영향을 주지 않는다.

선지 판단

① X. $\frac{\sqrt{GmM}}{r}$에는 인공위성 질량 m이 남아 있어 계산 결과와 다르다. 틀린 표현 → $v = \sqrt{\frac{GM}{r}}$ 이다.
② X. $\sqrt{\frac{GmM}{2r}}$ 에는 m이 남고, 2도 근거 없이 들어갔다. 틀린 표현 → $v = \sqrt{\frac{GM}{r}}$ 이다.
③ O. $v = \sqrt{\frac{GM}{r}}$ 로, 만유인력과 구심력을 같게 두어 얻은 결과와 일치한다.
④ X. $\sqrt{\frac{GmM}{r}}$ 는 m을 약분하지 않은 형태이다. 틀린 표현 → 인공위성 질량 m은 소거되어 $\sqrt{\frac{GM}{r}}$ 가 된다.
⑤ X. $\frac{\sqrt{2GM}}{r}$는 r이 제곱근 밖에 있어 r 의존성이 다르며 $\sqrt{2}$도 불필요하다. 틀린 표현 → $v = \sqrt{\frac{GM}{r}}$ 이다.
계산 결과가 $\sqrt{\frac{GM}{r}}$ 이므로 정답은 3번이다.

NoteBase

오답 포인트

만유인력 식의 m과 구심력 식의 m을 약분하지 않아 ①·②·④처럼 인공위성 질량을 남기는 함정이 핵심이다. 또한 $\sqrt{\frac{GM}{r}}$를 $\frac{\sqrt{GM}}{r}$처럼 제곱근의 범위를 잘못 처리하면 ⑤와 같은 오답이 된다.

다시 나오면 이렇게 판단

중심천체 주위 원궤도 문제에서는 먼저 $\frac{GMm}{r^2} = \frac{mv^2}{r}$로 만유인력과 구심력을 같게 둔다. 이어서 m이 소거되는지 확인하고, v^2를 구한 뒤 마지막에 제곱근을 취한다.

암기 포인트

원궤도 속력은 $v = \sqrt{GM/r}$이며, 위성의 질량과 무관하다.

NoteBase

문 23. 저항이 10Ω인 전등에 2A의 전류가 흐르고 있다. 이 전등의 소비전력은?

① 10W
② 12W
③ 20W
④ 40W
⑤ 200W

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 저항에 흐르는 전류와 저항값으로 소비전력을 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값은 저항 $R = 10\Omega$, 전류 $I = 2A$이다. 구해야 할 값은 전등의 소비전력 P이다.

사용할 공식

$P = I^2R$
저항에 흐르는 전류와 저항값이 주어졌으므로 줄열에 의한 소비전력 공식 $P = I^2R$를 사용한다.

계산 과정

$P = (2A)^2 \times 10\Omega = 4 \times 10W = 40W$
따라서 전등의 소비전력은 $40W$이다.

선지 판단

① X: 계산값은 $10W$가 아니라 $40W$이다. 틀린 값 $10W$ → 올바르게는 $40W$이다.
② X: 계산값은 $12W$가 아니라 $40W$이다. 틀린 값 $12W$ → 올바르게는 $40W$이다.
③ X: $IR = 20V$는 전압이며 전력이 아니다. 틀린 값 $20W$ → 올바르게는 전압은 $20V$, 소비전력은 $40W$이다.
④ O: $P = I^2R = (2A)^2 \times 10\Omega = 40W$이므로 옳다.
⑤ X: 계산값은 $200W$가 아니라 $40W$이다. 틀린 값 $200W$ → 올바르게는 $40W$이다.

오답 포인트

③처럼 IR을 계산하면 전압 V가 나온다. 전력은 전압에 전류를 한 번 더 곱한 $P = VI$이므로, $20V \times 2A = 40W$이다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

저항과 전류가 주어지면 먼저 $P = I^2R$을 적용한다. 전압이 먼저 필요하면 $V = IR$을 구한 뒤 $P = VI$로 계산하며, 두 방법의 결과는 같아야 한다.

암기 포인트

전력: $P = VI = I^2R = V^2/R$이다.

NoteBase

문 24. 속력이 340m/s인 음파의 진동수가 200Hz이다. 이 음파의 파장은?

① 1.7m
② 17m
③ 68m
④ 170m
⑤ 680m

정답 1번

출제 포인트

이 문제는 파동의 속력, 진동수, 파장 사이의 관계식 $v = f\lambda$를 이용하여 파장을 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 음파의 속력은 $v = 340m/s$이고, 진동수는 $f = 200Hz$이다. 구할 값은 파장 λ이다. Hz는 s^{-1}이므로 계산 결과의 단위는 m가 된다.

사용할 공식

파동의 속력은 한 주기 동안 진행한 거리인 파장과 1초당 진동 횟수인 진동수의 곱이므로 $v = f\lambda$이다. 따라서 파장은 $\lambda = \frac{v}{f}$로 구한다.

계산 과정

$\lambda = \frac{v}{f} = \frac{340m/s}{200s^{-1}} = 1.7m$ 따라서 이 음파의 파장은 $1.7m$이다.

선지 판단

① O: 계산 결과가 $1.7m$이므로 옳다.
② X: $17m$는 계산값보다 10배 크다. 틀린 표현 $17m$ → 올바르게는 $1.7m$이다.
③ X: $68m$는 계산값보다 40배 크다. 틀린 표현 $68m$ → 올바르게는 $1.7m$이다.
④ X: $170m$는 계산값보다 100배 크다. 틀린 표현 $170m$ → 올바르게는 $1.7m$이다.
⑤ X: $680m$는 계산값보다 400배 크다. 틀린 표현 $680m$ → 올바르게는 $1.7m$이다.
계산 결과가 $1.7m$이므로 정답은 1번이다.

오답 포인트

파장을 구할 때 $v = f\lambda$에서 $\lambda = \frac{v}{f}$로 정리해야 한다. 속력에 진동수를 곱하거나, 소수점을 잘못 옮기면 ②~⑤처럼 실제값보다 큰 값이 나온다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

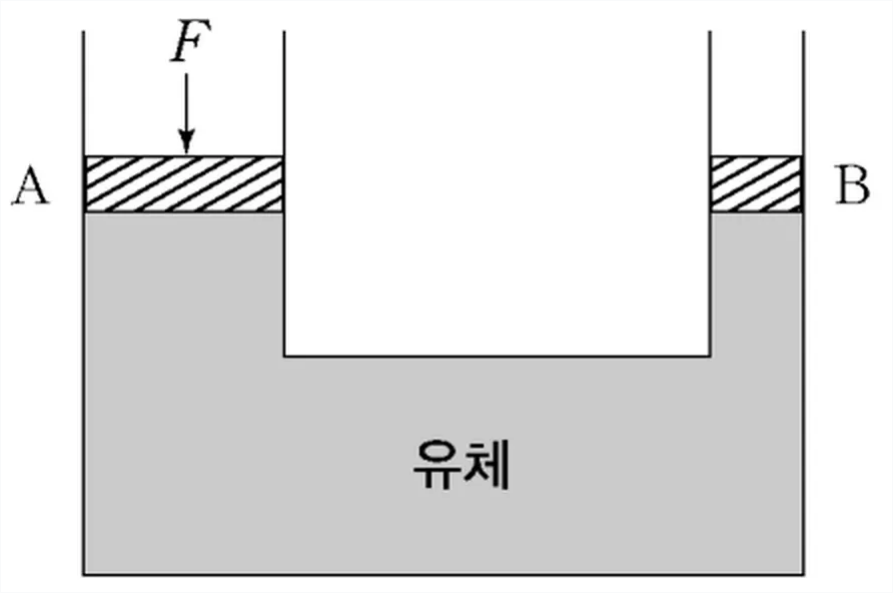
파동의 속력과 진동수가 주어지면 먼저 $\lambda = \frac{v}{f}$를 세운 뒤, $Hz = s^{-1}$를 이용해 결과 단위가 m인지 검산한다.

암기 포인트

파동 관계식은 $v = f\lambda$이다. 속력이 같을 때 진동수가 클수록 파장은 짧아진다.

NoteBase

문 25. 그림과 같이 비압축성 유체가 들어 있는 실린더의 피스톤 A, B가 정지해 있다. 피스톤의 단면적은 A가 B의 4배이다. 피스톤 A를 힘 F로 누르면, 피스톤 B에 가해지는 힘과 이를 설명하는 원리로 옳은 것은? (단, 피스톤의 질량과 모든 마찰은 무시한다.)



① 가해지는 힘: $\frac{F}{4}$, 원리: 아르키메데스의 원리

② 가해지는 힘: $4F$, 원리: 아르키메데스의 원리

③ 가해지는 힘: $\frac{F}{4}$, 원리: 파스칼의 원리

④ 가해지는 힘: $4F$, 원리: 파스칼의 원리

⑤ 가해지는 힘: $4F$, 원리: 베르누이의 원리

정답 3번

출제 포인트

비압축성 유체에 가한 압력이 모든 방향으로 그대로 전달되는 파스칼의 원리와 피스톤 단면적비를 적용하는 문제이다.

조건 정리

피스톤 A의 단면적은 피스톤 B의 4배이다. 피스톤 B의 단면적을 S라 두면 A의 단면적은 $4S$이다. A에 아래쪽으로 F를 가하고, 피스톤의 질량과 마찰은 무시한다.

사용할 공식

파스칼의 원리에 따라 같은 유체에서 추가로 전달되는 압력은 같다. 즉, $\frac{F}{A_A} = \frac{F_B}{A_B}$이다. A에 가한 힘이 만드는 압력이 유체를 통해 B까지 전달되므로, 각 피스톤의 힘은 단면적에 비례한다.

NoteBase

계산 과정

A에서 증가한 압력은 $\frac{F}{4S}$이다. 따라서 B가 받는 힘은 $F_B = \frac{F}{4S} \times S = \frac{F}{4}$이다. B에는 위쪽으로 크기 $\frac{F}{4}$의 힘이 작용한다.

선지 판단

① X: 힘의 크기 $\frac{F}{4}$는 맞지만, 이를 설명하는 원리는 아르키메데스의 원리가 아니다. 틀린 표현 '아르키메데스의 원리' → 올바르게는 '파스칼의 원리'이다.
② X: '$4F$'와 '아르키메데스의 원리'가 모두 틀리다. A의 단면적이 B의 4배이므로 B의 힘은 $4F$가 아니라 $\frac{F}{4}$이며, 적용 원리는 파스칼의 원리이다.
③ O: B에 작용하는 힘은 $\frac{F}{4}$이고, 압력 전달을 설명하는 원리는 파스칼의 원리이다.
④ X: 적용 원리는 파스칼의 원리로 맞지만 힘의 크기가 틀리다. 틀린 표현 '$4F$' → 올바르게는 '$\frac{F}{4}$'이다.
⑤ X: '$4F$'와 '베르누이의 원리'가 모두 틀리다. 베르누이의 원리는 유체의 흐름에서 압력·속도 관계를 다루며, 정지한 유체의 압력 전달에는 파스칼의 원리를 적용한다.

오답 포인트

A의 단면적이 더 크므로 B의 힘도 더 커진다고 단순히 생각하면 ④나 ⑤를 고르기 쉽다. 그러나 두 피스톤에서 같은 것은 힘이 아니라 압력이며, 작은 단면적 B가 받는 힘은 더 작다.

다시 나오면 이렇게 판단

유압 장치에서는 먼저 두 피스톤의 단면적비를 정하고 $\frac{F_1}{A_1} = \frac{F_2}{A_2}$를 적용한다. 힘의 비는 단면적의 비와 같고, 정지 유체의 압력 전달이면 파스칼의 원리를 선택한다.

암기 포인트

파스칼의 원리: 압력은 같다. 따라서 힘은 단면적에 비례한다.

NoteBase