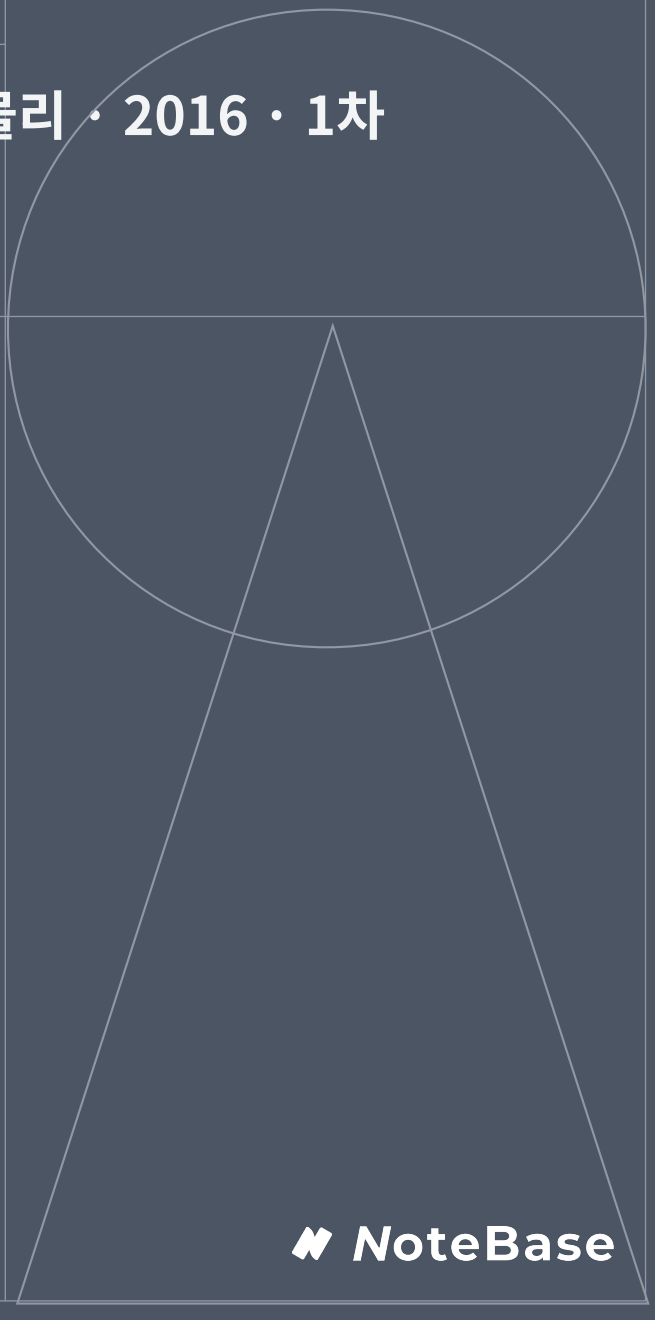
기출OX 해설집

공무원/해경/일반직 9급 · 물리 · 2016 · 1차



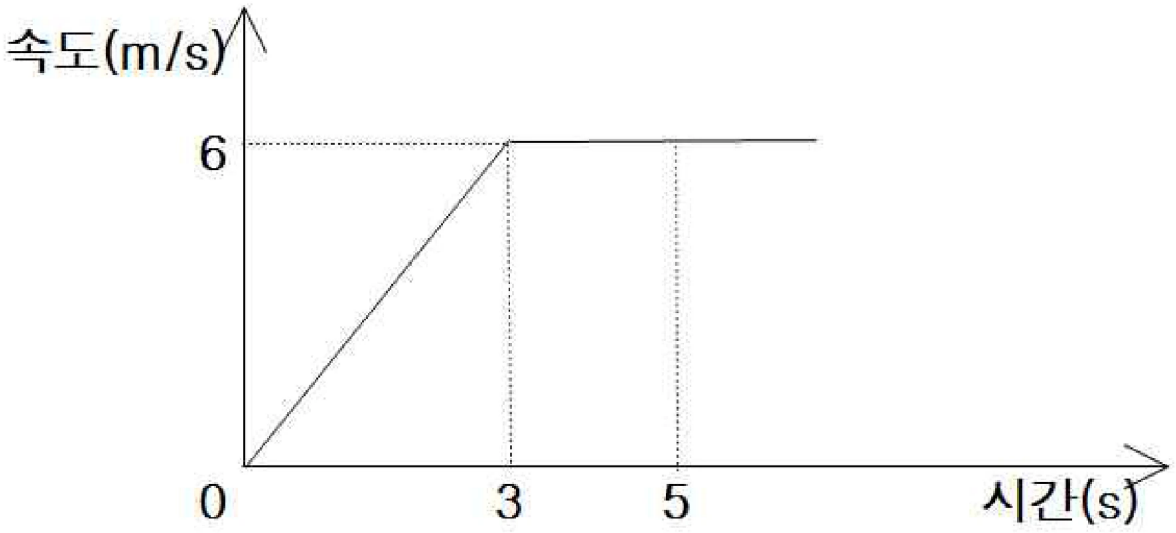
NoteBase

기출OX 해설집

공무원/해경/일반직 9급 · 물리 · 2016 · 1차

공무원/해경/일반직 9급 · 물리 · 2016 · 1차

문 1. 아래 그림은 엘리베이터가 1층을 출발하여 5층까지 올라가는 동안의 속도를 시간에 따라 나타낸 것이다. 2초일 때 엘리베이터에 타고 있는 질량이 50kg인 철수에 작용하는 알짜힘의 크기와 엘리베이터가 철수를 밀어올리는 수직항력의 크기를 옳게 나타낸 것은?
(단, 중력가속도는 $10m/s^2$이다.)



① 알짜힘의 크기: 100N, 수직항력의 크기: 500N

② 알짜힘의 크기: 100N, 수직항력의 크기: 600N

③ 알짜힘의 크기: 200N, 수직항력의 크기: 500N

④ 알짜힘의 크기: 200N, 수직항력의 크기: 600N

정답 2번

출제 포인트

속도-시간 그래프의 기울기로 가속도를 구한 뒤, 뉴턴의 제2법칙으로 알짜힘과 수직항력을 계산하는 문제이다.

NoteBase

조건 정리

2초는 속도가 0초의 $0m/s$에서 3초의 $6m/s$까지 일정하게 증가하는 구간에 속한다.
질량은 $50kg$, 중력가속도는 $10m/s^2$이다.
철수에게는 위쪽의 수직항력 N과 아래쪽의 중력 mg가 작용한다.

사용할 공식

속도-시간 그래프의 기울기는 가속도이므로 $a = \Delta v/\Delta t$이다.
알짜힘은 $F_{\text{net}} = ma$이다. 위쪽을 양의 방향으로 잡으면 $N - mg = ma$이다.

계산 과정

1. 그래프의 0~3초 구간에서 가속도는
$a = \frac{6-0}{3-0} = 2m/s^2$
이다.
2. 알짜힘의 크기는
$F_{\text{net}} = ma = 50 \times 2 = 100N$
이다.
3. 가속도가 위쪽이므로 수직항력이 중력보다 크다.
$N - mg = ma$
$N = mg + ma = 50 \times 10 + 50 \times 2 = 600N$
따라서 알짜힘의 크기는 $100N$, 수직항력의 크기는 $600N$이다.

선지 판단

① X — 알짜힘 $100N$은 맞지만, '수직항력 $500N$'이 틀렸다. 올바르게는 수직항력이 $600N$이다.
② O — 알짜힘은 $100N$이고 수직항력은 $600N$이므로 두 값이 모두 맞다.
③ X — '알짜힘 $200N$'과 '수직항력 $500N$'이 모두 틀렸다. 올바르게는 각각 $100N$, $600N$이다.
④ X — 수직항력 $600N$은 맞지만, '알짜힘 $200N$'이 틀렸다. 올바르게는 알짜힘이 $100N$이다.

오답 포인트

수직항력을 항상 무게 $mg = 500N$와 같다고 보는 것이 핵심 함정이다. 2초에는 엘리베이터가 위쪽으로 가속하므로 $N > mg$이며, 수직항력은 $mg + ma = 600N$이다. 또한 그래프에서 2초의 속도를 가속도로 착각하지 않고, 기울기 $2m/s^2$를 사용해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 속도-시간 그래프의 해당 시점이 속력 증가·일정·감소 중 어느 구간인지 확인하고 기울기로 가속도를 구한다. 그다음 운동 방향이 아니라 가속도 방향을 기준으로 $N - mg = ma$의 부호를 정한다.

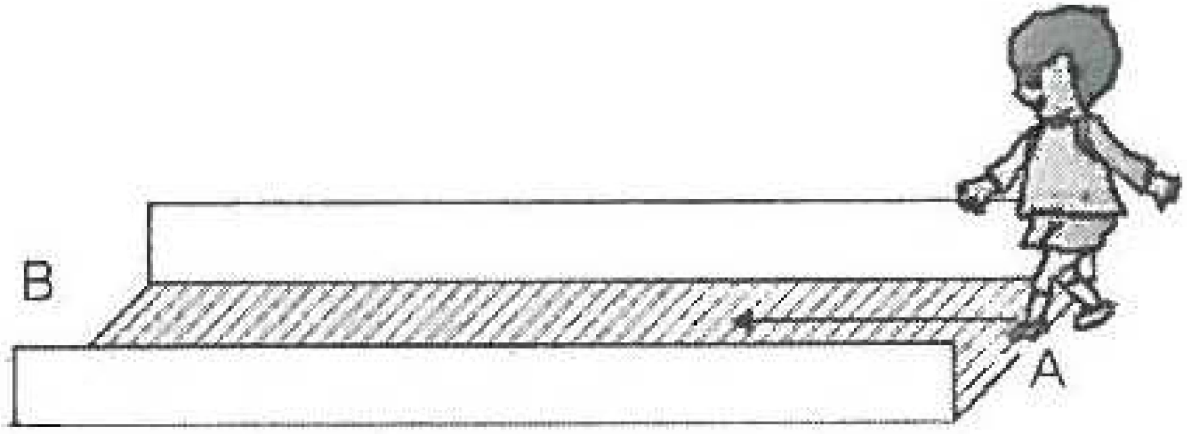
NoteBase

암기 포인트

속도-시간 그래프의 기울기는 가속도이다. 위쪽 가속이면 $N = mg + ma$, 가속도가 0이면 $N = mg$, 아래쪽 가속이면 $N = mg - ma$이다.

NoteBase

문 2. 그림과 같이 재형이는 공항에 설치되어 있는 무빙워크를 여러 방법으로 타 보았다. 첫 번째는 정지하고 있는 무빙워크를 일정한 속력으로 A지점에서 B지점까지 걸어가는데 60초가 걸렸다. 두 번째는 일정한 속력으로 운행하고 있는 무빙워크를 A지점에서 B지점까지 가만히 서서 타고 가는데 30초가 걸렸다. 만약 등속으로 운행하고 있는 이 무빙워크를 타고 A지점에서 B지점까지 등속으로 걸어갔다면 걸리는 시간은?



① 10초

② 15초

③ 20초

④ 30초

정답 3번

출제 포인트

같은 방향으로 움직이는 무빙워크 위에서 걸을 때 사람의 지면에 대한 속력은 사람의 걷는 속력과 무빙워크의 속력을 합한 값이다.

조건 정리

A와 B 사이의 거리를 L이라 한다.
정지한 무빙워크 위에서 걷는 속력은 $v_p = L/(60s)$이다.
가만히 서 있을 때 무빙워크의 속력은 $v_m = L/(30s)$이다.
사람과 무빙워크가 A에서 B로 같은 방향으로 움직이므로 두 속력을 더한다.

NoteBase

기출OX 해설집 · 공무원/해경/일반직 9급 · 물리 · 2016 · 1차

사용할 공식

v_합=v_p+v_m
t=(L)/(v_합)
사람의 걷기와 무빙워크의 운동이 같은 방향이므로 지면을 기준으로 한 이동 속력은 두 속력의 합이 된다.

계산 과정

v_합=(L)/(60 s)+(L)/(30 s)=(L)/(20 s)
따라서
$t = \frac{L}{L/(20s)} = 20s$
걸리는 시간은 $20s$이다.

선지 판단

① X — $10s$ 동안 이동하려면 속력이 $L/(10s)$이어야 하지만 실제 합성 속력은 $L/(20s)$이다. 틀린 값 $10s$ → 올바르게는 $20s$이다.
② X — $15s$ 동안 이동하려면 속력이 $L/(15s)$이어야 하므로 계산된 합성 속력과 일치하지 않는다. 틀린 값 $15s$ → 올바르게는 $20s$이다.
③ O — 사람과 무빙워크의 속력을 더하면 $L/(20s)$이므로 이동 시간은 $20s$이다.
④ X — $30s$는 사람이 가만히 서서 무빙워크만 이용할 때의 시간으로, 걷는 속력을 합하지 않은 값이다. 틀린 값 $30s$ → 올바르게는 $20s$이다.

오답 포인트

시간 60초와 30초를 직접 더하거나 평균내면 안 된다. 같은 거리 L를 기준으로 각각의 속력 $L/(60s)$, $L/(30s)$으로 바꾼 뒤, 같은 방향의 속력을 더해야 한다. 특히 ④의 30초는 걷는 효과를 빠뜨린 경우이다.

다시 나오면 이렇게 판단

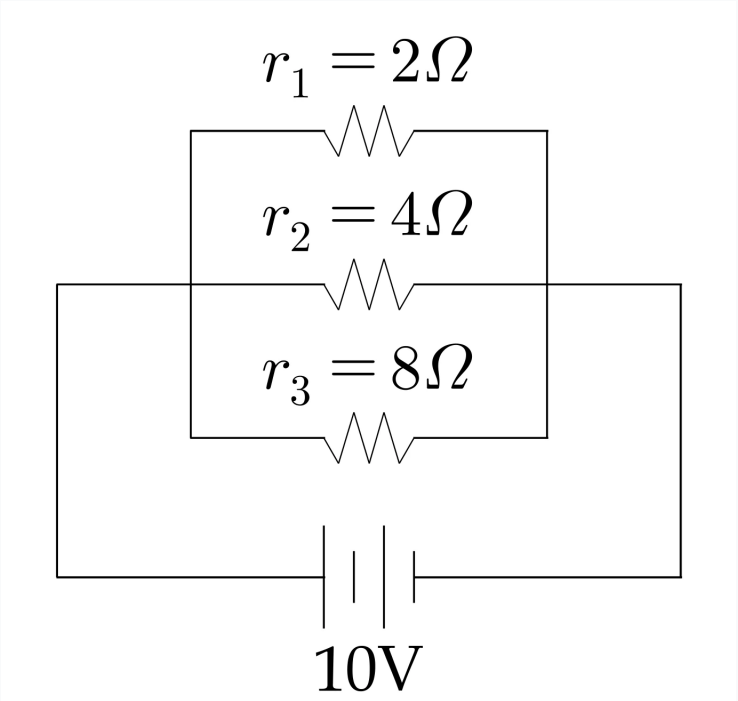
이동 거리를 하나의 문자로 두고 각 상황의 속력을 거리/시간으로 바꾼다. 사람과 운반 장치가 같은 방향이면 속력을 더하고, 반대 방향이면 뺀 다음 거리/합성 속력으로 시간을 구한다.

암기 포인트

같은 방향은 속력의 합, 걸린 시간은 거리/합성 속력이다.

NoteBase

문 3. 다음 회로와 같이 2Ω, 4Ω, 8Ω인 세 저항을 병렬로 전원에 연결할 때 각 저항에 소모되는 전력량의 비 ($E_1 : E_2 : E_3$)는?



① 4 : 2 : 1

② 16 : 4 : 1

③ 1 : 2 : 4

④ 1 : 4 : 16

정답 1번

출제 포인트

병렬 연결된 저항에는 같은 전압이 걸리므로, 같은 시간 동안 소비되는 전력량은 저항에 반비례한다는 점을 적용하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: $r_1 = 2\Omega$, $r_2 = 4\Omega$, $r_3 = 8\Omega$, 전원 전압 $V = 10V$이다.
구해야 할 값: 같은 시간 동안 각 저항에서 소비되는 전력량의 비 $E_1 : E_2 : E_3$이다.
주의할 조건: 세 저항은 병렬이므로 각 저항 양단의 전압은 모두 $10V$로 같다.

NoteBase

사용할 공식

저항에서 소비되는 전력은 $P = V^2/R$이고, 시간 t 동안 소비되는 전력량은 $E = Pt = V^2t/R$이다.
병렬 연결에서는 각 저항의 V가 같고 동일한 시간 t를 비교하므로 $E \propto 1/R$이다.

계산 과정

각 저항의 전력량 비는
$E_1 : E_2 : E_3 = \frac{V^2t}{2} : \frac{V^2t}{4} : \frac{V^2t}{8}$
이다. 공통인 V^2t를 약분하면
$\frac{1}{2} : \frac{1}{4} : \frac{1}{8} = 4 : 2 : 1$
이 된다. 따라서 $E_1 : E_2 : E_3 = 4 : 2 : 1$이다.

선지 판단

① O — 4 : 2 : 1은 1/2 : 1/4 : 1/8을 정수비로 바꾼 값과 일치한다.
② X — 16 : 4 : 1은 전력량이 저항의 제곱에 반비례한다고 잘못 본 비이다. 올바르게는 저항에 한 번만 반비례하므로 4 : 2 : 1이다.
③ X — 1 : 2 : 4는 저항값의 비를 그대로 사용한 결과이다. 올바르게는 같은 전압에서 전력량이 저항에 반비례하므로 4 : 2 : 1이다.
④ X — 1 : 4 : 16은 전력량이 저항의 제곱에 비례한다고 잘못 본 비이다. 올바르게는 저항에 반비례하므로 4 : 2 : 1이다.

오답 포인트

병렬 연결에서 같은 것은 전류가 아니라 전압이다. $P = I^2R$에 서로 다른 가지 전류를 반영하지 않고 저항비만 대입하면 ③이나 ④와 같은 오답이 나온다. 공통 전압을 이용한 $P = V^2/R$를 적용해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

병렬 회로에서는 먼저 각 가지의 전압이 같음을 확인하고 $P = V^2/R$를 적용한다. 같은 시간의 전력량 비는 전력비와 같으므로 저항의 역수비를 구한다.

암기 포인트

병렬에서는 전압이 같고, 소비 전력과 같은 시간의 전력량은 저항에 반비례한다: $P, E \propto 1/R$.

NoteBase

문 4. 만류인력의 법칙과 관련된 설명 중 가장 적절하지 않은 것은?

① 물체의 질량중심 사이의 거리가 r만큼 떨어진 질량 m_1, m_2인 두 물체 사이의 만류인력에는 $F = G\frac{m_1 m_2}{r^2}$의 관계가 있다. (여기서 F는 각 물체가 받는 중력이며, G는 만류인력상수이다.)

② 만류인력상수 G의 차원은 $[\mathrm{L}^3\mathrm{M}^{-1}\mathrm{T}^2]$이다.

③ 지구 주위를 도는 인공위성의 속도(V)와 만류인력상수(G)간에는 $V = \sqrt{\frac{GM}{r}}$의 관계식이 성립한다. (M은 지구의 질량, r은 지구와 인공위성 사이의 거리)

④ 만류인력은 작용·반작용의 쌍을 이룬다.

정답 2번

출제 포인트

만유인력 법칙에서 만유인력상수의 차원을 유도하고, 원궤도 위성의 속도 및 작용·반작용 관계를 판별하는 문제이다.

조건 정리

만유인력의 크기는 $F = G\frac{m_1 m_2}{r^2}$이다. 힘의 차원은 $[F] = \mathrm{MLT}^{-2}$, 질량의 차원은 $[m] = \mathrm{M}$, 거리의 차원은 $[r] = \mathrm{L}$이다.

사용할 공식

$G = \frac{Fr^2}{m_1 m_2}$

만유인력 법칙을 G에 관하여 정리하면 차원을 직접 구할 수 있다. 원궤도 위성은 만유인력이 구심력 역할을 하므로 $\frac{GMm}{r^2} = \frac{mV^2}{r}$를 사용한다.

계산 과정

만유인력상수의 차원은 다음과 같다.

$[G] = \frac{[F][r]^2}{[m]^2} = \frac{(\mathrm{MLT}^{-2})(\mathrm{L}^2)}{\mathrm{M}^2} = \mathrm{L}^3\mathrm{M}^{-1}\mathrm{T}^{-2}$

따라서 시간 차원의 지수는 $+2$가 아니라 -2이다. 또한 원궤도 조건에서는 $V^2 = GM/r$이므로 $V = \sqrt{GM/r}$가 된다.

NoteBase

선지 판단

① O — 두 질점 사이의 만유인력 크기는 $F = G\frac{m_1 m_2}{r^2}$이므로 옳다.
② X — T^2라는 표현이 틀렸다. 올바른 차원은 $[\mathrm{L}^3\mathrm{M}^{-1}\mathrm{T}^{-2}]$이다.
③ O — 원궤도에서는 만유인력과 구심력을 같게 두면 $V = \sqrt{GM/r}$가 되므로 옳다. 이때 r은 지구 중심과 위성 사이의 거리이다.
④ O — 두 물체가 서로에게 가하는 만유인력은 크기가 같고 방향이 반대이며 서로 다른 물체에 작용하므로 작용·반작용의 쌍이다.

오답 포인트

②는 힘의 차원에 포함된 T^{-2}의 음의 지수를 양의 지수로 바꾼 선지이다. 또한 ③의 궤도 속도 식은 원궤도에서 성립하며, 거리 r은 지표면으로부터의 고도가 아니라 지구 중심으로부터의 거리라는 점을 구분해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

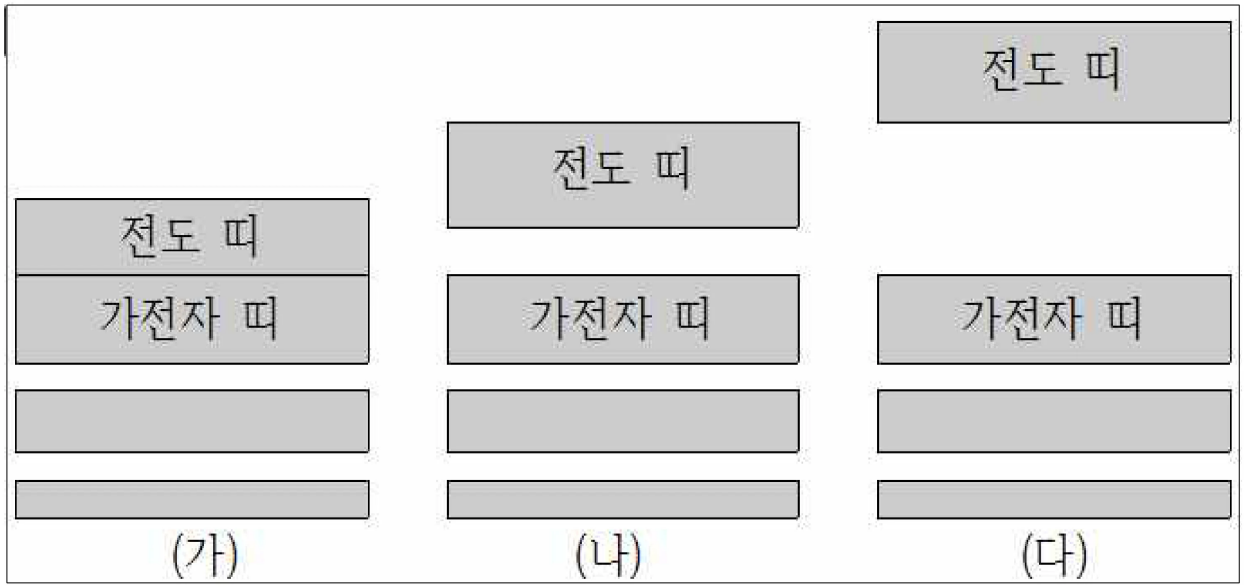
상수의 차원을 묻는 문제에서는 주어진 식을 그 상수에 관하여 정리한 뒤, 기본 차원 M, L, T을 대입한다. 위성의 원궤도 속도는 만유인력과 구심력을 같게 두어 판별한다.

암기 포인트

$[G] = \mathrm{L}^3\mathrm{M}^{-1}\mathrm{T}^{-2}$, 원궤도 속도는 $V = \sqrt{GM/r}$이다.

NoteBase

문 5. 아래 그림 (가), (나), (다)는 도체, 부도체, 반도체의 에너지 띠 구조를 도식화하여 순서 없이 나타낸 것이다. 보기에서 옳은 것만을 모두 고른 것은?



<보기>

ㄱ. (가)에 해당하는 고체는 전자가 고체 안을 자유롭게 이동할 수 있다.

ㄴ. 상온에서 (나)에 해당하는 고체는 (다)에 비해 적은 에너지로도 전류를 흐르게 할 수 있다.

ㄷ. (다)에 해당하는 고체는 전자가 띠틈 이상의 에너지를 받아 전도띠로 이동하지 않는 한 전기장이 걸려도 전류가 흐르지 않는다.

① ㄱ, ㄴ

② ㄱ, ㄷ

③ ㄴ, ㄷ

④ ㄱ, ㄴ, ㄷ

정답 4번

출제 포인트

에너지 띠 그림에서 전도띠와 가전자띠의 겹침 또는 띠틈의 크기를 보고 도체·반도체·부도체를 구별하는 문제이다. (가)는 두 띠가 맞닿아 있는 도체, (나)는 띠틈이 좁은 반도체, (다)는 띠틈이 넓은 부도체이다.

NoteBase

선지별 해설

① X
ㄱ은 옳지만 ㄴ도 옳으므로 'ㄱ, ㄴ'이 되어야 한다. (가)는 전도띠와 가전자띠가 맞닿아 있어 전자가 고체 안을 자유롭게 이동할 수 있는 도체이고, (나)는 띠틈이 좁아 (다)보다 적은 에너지로 전자를 전도띠로 올릴 수 있다.

② X
ㄱ과 ㄷ은 옳지만 ㄴ도 옳으므로 'ㄱ, ㄴ, ㄷ'이 되어야 한다. (다)는 띠틈이 큰 부도체여서 전자가 띠틈 이상의 에너지를 받아 전도띠로 이동하기 전에는 전류가 흐르기 어렵다.

③ X
ㄴ과 ㄷ은 옳지만 ㄱ도 옳으므로 'ㄱ, ㄴ, ㄷ'이 되어야 한다. (가)는 띠틈이 없는 도체이므로 전자가 고체 안을 자유롭게 이동할 수 있다.

④ O
ㄱ, ㄴ, ㄷ이 모두 옳다. (가)는 도체, (나)는 띠틈이 작은 반도체, (다)는 띠틈이 큰 부도체에 해당한다.

오답 포인트

(나)와 (다)에 모두 띠틈이 있다는 점만 보고 같은 성질로 판단하기 쉽다. 핵심 차이는 띠틈의 크기이다. 반도체인 (나)는 부도체인 (다)보다 띠틈이 작으므로 상온에서도 더 적은 에너지로 전도 전자를 만들 수 있다.

다시 나오면 이렇게 판단

전도띠와 가전자띠가 겹치거나 맞닿으면 도체, 띠틈이 작으면 반도체, 띠틈이 크면 부도체로 판단한다. 그다음 각 진술의 참·거짓을 먼저 확정하고 조합 선지를 고른다.

암기 포인트

띠틈 없음은 도체, 작은 띠틈은 반도체, 큰 띠틈은 부도체이다.

NoteBase

문 6. 방사성 붕괴의 성질 및 특징을 열거한 것이다. 다음 중 가장 거리가 먼 것은?

① 반감기가 짧을수록 붕괴속도는 빠르고 방사능은 약하다.

② 방출되는 방사선의 세기는 시간이 지날수록 약해진다.

③ 운동량 보존의 법칙이 성립한다.

④ 에너지 방출에 의해 온도는 상승한다.

정답 1번

출제 포인트

방사성 붕괴에서 반감기와 붕괴상수·방사능의 관계, 그리고 붕괴 과정에 적용되는 보존 법칙과 에너지 방출을 묻는 문제이다.

핵심 개념

방사능은 단위 시간당 일어나는 붕괴 횟수이며, $A = \lambda N$으로 나타낸다. 붕괴상수는 $\lambda = \ln 2 / T_{1/2}$이므로 방사성 원자핵 수 N이 같다면 반감기 $T_{1/2}$가 짧을수록 방사능은 강하다. 시간에 따라 원자핵 수와 방사능은 지수적으로 감소한다.

선지별 해설

① X — '반감기가 짧을수록 방사능은 약하다'는 부분이 틀렸다. 반감기가 짧으면 붕괴상수가 크므로 같은 수의 방사성 원자핵이 있을 때 단위 시간당 붕괴 횟수가 많아 방사능은 강하다. 올바르게는 '반감기가 짧을수록 붕괴속도는 빠르고 방사능은 강하다'이다.

② O — 시간이 지나면 붕괴하지 않은 방사성 원자핵 수가 감소하고, 이에 따라 단위 시간당 붕괴 횟수인 방사능과 방출 방사선의 세기도 약해진다.

③ O — 방사성 붕괴에서도 운동량은 보존된다. 붕괴 전 원자핵의 운동량은 붕괴 후 생성핵과 방출 입자·복사선의 운동량을 벡터로 합한 값과 같다.

④ O — 붕괴 과정에서 방출된 에너지가 물질에 흡수되면 입자들의 무질서한 운동 에너지인 열에너지로 전환되어 물질의 온도를 높인다.

오답 포인트

①은 '반감기가 짧다'를 '오래 방사선을 내지 못한다'와 연결해 순간적인 방사능도 약하다고 착각하게 만든다. 반감기는 지속 시간의 척도이고, 방사능은 단위 시간당 붕괴 횟수이므로 짧은 반감기는 오히려 큰 붕괴상수와 강한 방사능을 뜻한다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

반감기와 방사능의 관계는 $\lambda = \ln 2/T_{1/2}$, $A = \lambda N$을 차례로 연결해 판단한다. 같은 N에서 반감기가 짧아지면 λ와 A가 모두 커진다.

암기 포인트

짧은 반감기 → 큰 붕괴상수 → 빠른 붕괴 → 강한 방사능이다.

NoteBase

문 7. 다음은 철수가 유적지에서 출토된 식물 씨앗의 연대를 추정하는 과정이다. (ㄱ)에 들어갈 숫자로 가장 적절한 것은?

(가) 살아 있는 식물 씨앗의 ^{14}C의 양과 ^{12}C의 양의 비는 일정하게 유지되며, 과거에도 그 비는 현재와 같다고 본다.
(나) 식물 씨앗의 ^{12}C의 양은 변하지 않고, ^{14}C의 양은 방사성 붕괴에 의해서만 변한다고 본다.
(다) 살아 있는 식물 씨앗에게서는 ^14C의 양^12C의 양이 a이고, 출토된 식물 씨앗에게서는 ^14C의 양^12C의 양이 $\frac{1}{4}a$이다.
(라) ^{14}C의 반감기가 약 5,700년이므로 출토된 식물 씨앗은 약 (ㄱ)년 전의 것으로 추정할 수 있다.

① 2,850
② 5,700
③ 11,400
④ 22,800

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 방사성 동위원소의 남은 양과 반감기 사이의 관계를 이용해 식물 씨앗의 연대를 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 탄소-14의 반감기는 약 5,700년이고, 출토된 씨앗의 $^{14}C/^{12}C$ 비는 살아 있는 씨앗의 1/4이다.
구해야 할 값: 탄소-14가 처음의 1/4로 줄어드는 데 걸린 시간이다.
주의할 조건: 탄소-12의 양은 변하지 않으므로 두 비율의 변화는 탄소-14의 양이 줄어든 비율과 같다.

사용할 공식

반감기가 n번 지난 뒤 남은 방사성 동위원소의 비율은
$\frac{N}{N_0} = \left(\frac{1}{2}\right)^n$
이다. 방사성 붕괴에서는 반감기가 한 번 지날 때마다 남은 양이 절반이 되므로 이 공식을 사용한다.

계산 과정

주어진 비율을 반감기 식에 대입하면
$\frac{1}{4} = \left(\frac{1}{2}\right)^2$
이므로 반감기가 2번 지났다. 따라서 경과 시간은
$2 \times 5{,}700 = 11{,}400$년
이다.

NoteBase

선지 판단

① X
2,850년은 반감기의 절반에 불과하며, 이때 탄소-14가 1/4로 감소한다고 볼 수 없다. 틀린 값 2,850 → 올바르게는 11,400년이다.

② X
5,700년은 반감기 1번에 해당하여 탄소-14가 1/2로 감소하는 시간이다. 틀린 값 5,700 → 올바르게는 11,400년이다.

③ O
11,400년은 반감기 2번에 해당하여 탄소-14가 $1/2 \times 1/2 = 1/4$로 감소하는 시간이다.

④ X
22,800년은 반감기 4번에 해당하여 탄소-14가 1/16로 감소하는 시간이다. 틀린 값 22,800 → 올바르게는 11,400년이다.

오답 포인트

1/4을 반감기의 1/4로 오해하면 ①을 고르기 쉽다. 남은 양은 시간에 비례하여 줄어드는 것이 아니라 반감기마다 1/2씩 곱해지므로, $1/4 = (1/2)^2$에서 반감기가 2번 지났음을 찾아야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

남은 양의 비율을 $(1/2)^n$ 꼴로 바꾸어 반감기 횟수 n을 구한 뒤, n×반감기로 경과 시간을 계산한다.

암기 포인트

1/2은 1회, 1/4은 2회, 1/8은 3회의 반감기에 해당한다.

NoteBase

문 8. 다음은 유체에 작용하는 힘을 설명한 것이다. 이와 가장 관계가 깊은 것은?

액체 속에서 물체는 물체의 부피로 인해 밀어낸 액체의 무게만큼 그 액체로부터 윗 방향으로 부력이라는 힘을 받는다.

① 파스칼의 원리
② 아르키메데스의 원리
③ 베르누이의 정리
④ 토리첼리의 정리

정답 2번

출제 포인트

물체가 밀어낸 액체의 무게와 같은 크기의 부력을 받는다는 설명이 아르키메데스의 원리임을 구별하는 문제이다.

핵심 개념

아르키메데스의 원리는 유체에 잠긴 물체가 자신이 밀어낸 유체의 무게만큼 위쪽으로 부력을 받는다는 원리이다. 파스칼의 원리는 밀폐된 유체에 가한 압력이 유체 전체에 동일하게 전달된다는 원리이고, 베르누이의 정리는 흐르는 유체의 압력·속력·높이 사이의 에너지 관계를 나타낸다. 토리첼리의 정리는 액체가 작은 구멍으로 흘러나오는 속력을 나타낸다.

선지별 해설

① X — 파스칼의 원리는 밀폐된 유체에 가한 압력이 모든 부분에 동일하게 전달된다는 원리이다. 이 선지의 '파스칼의 원리'는 '아르키메데스의 원리'로 고쳐야 한다.
② O — 물체가 밀어낸 액체의 무게만큼 위쪽으로 부력을 받는다는 설명은 아르키메데스의 원리이다.
③ X — 베르누이의 정리는 정상적으로 흐르는 이상 유체에서 압력 에너지, 운동 에너지, 위치 에너지의 합이 유선을 따라 일정하다는 내용이다. 이 선지의 '베르누이의 정리'는 '아르키메데스의 원리'로 고쳐야 한다.
④ X — 토리첼리의 정리는 액체 표면과 구멍의 높이 차가 h일 때 유출 속력이 $v = \sqrt{2gh}$가 된다는 내용이다. 이 선지의 '토리첼리의 정리'는 '아르키메데스의 원리'로 고쳐야 한다.

오답 포인트

네 선지는 모두 유체와 관련된 원리이므로 이름만 보고 고르면 혼동하기 쉽다. 문제의 핵심 표현은 '밀어낸 액체의 무게만큼'과 '윗 방향으로 받는 부력'이며, 이는 압력 전달이나 유체의 흐름이 아니라 부력의 크기를 설명한다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

‘밀어낸 유체의 무게’와 ‘부력’이 함께 나오면 아르키메데스의 원리로 판단한다. ‘밀폐 유체의 압력 전달’은 파스칼, ‘흐르는 유체의 압력·속력·높이 관계’는 베르누이, ‘구멍에서의 유출 속력’은 토리첼리로 구별한다.

암기 포인트

아르키메데스는 밀어낸 유체의 무게만큼 생기는 부력이다.

NoteBase

문 9. 다음 보기는 빛의 산란 성질을 나타낸 것이다. 옳은 것을 모두 고른 것은?

<보기>
ㄱ. 공기 분자에 의한 빛의 산란의 세기는 파장의 4승에 반비례한다.
ㄴ. 하늘이 푸르게 보이는 것은 파장이 짧은 파란색 빛이 붉은색 빛보다 산란이 잘 일어나기 때문이다.
ㄷ. 빛은 산란에 의해서도 편광이 된다.
ㄹ. 눈, 설탕, 구름 등이 흰색으로 보이는 것은 모든 파장의 빛을 동일하게 산란시키기 때문이다.

① ㄱ, ㄴ, ㄷ, ㄹ
② ㄱ, ㄴ, ㄹ
③ ㄱ, ㄴ
④ ㄴ, ㄷ

정답 1번

출제 포인트

공기 분자에 의한 레일리 산란의 파장 의존성, 산란광의 편광, 큰 입자나 불균일한 매질에서 나타나는 흰색 산란을 구별하는 문제이다.

핵심 개념

레일리 산란은 빛의 파장보다 매우 작은 입자에 의한 산란이며, 산란 세기는 파장의 네제곱에 반비례한다. 따라서 짧은 파장의 파란색 빛이 긴 파장의 붉은색 빛보다 강하게 산란되어 하늘이 푸르게 보인다.
산란 과정에서는 특정 진동 방향의 빛이 더 강하게 관측될 수 있으므로 산란광은 편광될 수 있다.
눈 결정, 설탕 결정, 구름 속 물방울처럼 빛의 파장에 비해 큰 입자나 복잡한 경계에서는 가시광선의 여러 파장이 함께 산란되어 전체적으로 흰색으로 보인다.

NoteBase

선지별 해설

① O — ㄱ, ㄴ, ㄷ, ㄹ이 모두 옳으므로 옳은 내용을 빠짐없이 고른 조합이다. ㄱ은 레일리 산란의 $I \propto 1/\lambda^4$ 관계, ㄴ은 푸른 하늘의 원인, ㄷ은 산란에 의한 편광, ㄹ은 가시광선의 여러 파장이 함께 산란되어 나타나는 흰색을 각각 바르게 설명한다.

② X — 틀린 부분은 옳은 ㄷ을 조합에서 제외한 것이다. 빛은 산란에 의해서도 편광될 수 있으므로 올바른 조합은 'ㄱ, ㄴ, ㄷ, ㄹ'이다.

③ X — 틀린 부분은 옳은 ㄷ과 ㄹ을 조합에서 제외한 것이다. 산란광은 편광될 수 있고, 눈·설탕·구름은 가시광선의 여러 파장을 함께 산란시켜 희게 보이므로 올바른 조합은 'ㄱ, ㄴ, ㄷ, ㄹ'이다.

④ X — 틀린 부분은 옳은 ㄱ과 ㄹ을 조합에서 제외한 것이다. 공기 분자의 레일리 산란 세기는 파장의 네제곱에 반비례하고, 눈·설탕·구름은 여러 파장의 가시광선을 함께 산란시켜 희게 보이므로 올바른 조합은 'ㄱ, ㄴ, ㄷ, ㄹ'이다.

오답 포인트

ㄷ의 '산란에 의해서도 편광이 된다'를 낯설게 느껴 제외하거나, ㄹ을 레일리 산란처럼 파장에 따라 큰 차이가 나는 현상으로 오해하기 쉽다. 공기 분자의 산란과 눈·구름처럼 큰 입자계의 산란을 같은 방식으로 판단하면 안 된다.

다시 나오면 이렇게 판단

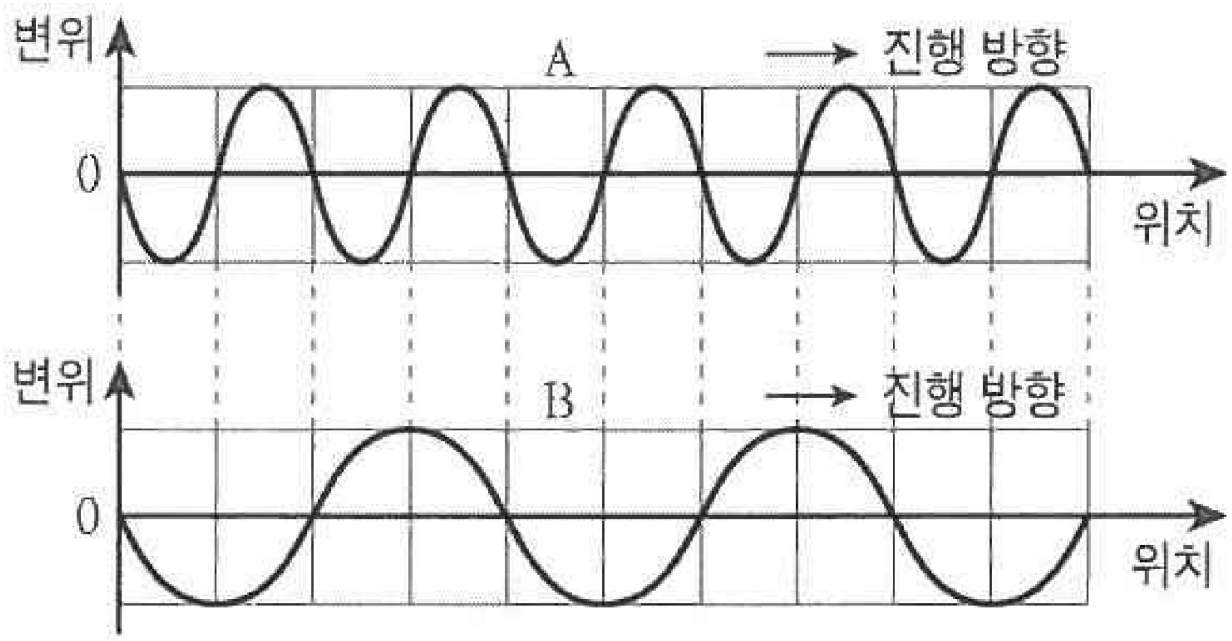
입자 크기와 파장의 관계를 먼저 본다. 공기 분자처럼 매우 작은 입자이면 짧은 파장이 훨씬 강하게 산란되는 레일리 산란을 적용하고, 눈 결정이나 물방울처럼 큰 입자이면 가시광선의 여러 파장이 함께 산란되어 흰색이 나타날 수 있다고 판단한다. 산란광은 편광될 수 있다는 점도 별도로 확인한다.

암기 포인트

작은 공기 분자는 짧은 파장을 강하게 산란시키고, 산란광은 편광될 수 있으며, 눈·구름은 여러 색을 함께 산란시켜 희게 보인다.

NoteBase

문 10. 다음 그림은 주기가 같은 두 파동 A, B의 어느 순간의 모습을 나타낸 것이다. 두 파동은 오른쪽으로 진행한다. A, B에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?



<보기>

ㄱ. 진동수는 A가 B보다 크다.

ㄴ. 파장은 A가 B보다 작다.

ㄷ. 파동이 진행하는 속력은 A가 B보다 작다.

① ㄱ, ㄴ

② ㄴ, ㄷ

③ ㄱ, ㄷ

④ ㄱ, ㄴ, ㄷ

정답 2번

출제 포인트

같은 주기를 가진 두 파동의 그림에서 파장을 비교하고, $f = 1/T$와 $v = f\lambda = \lambda/T$의 관계로 진동수와 파동의 속력을 판단하는 문제이다. 그림에서 같은 수평 구간에 A의 파형이 B보다 더 많이 반복되므로 $\lambda_A < \lambda_B$이다.

NoteBase

선지별 해설

① X — ㄱ은 거짓이고 ㄴ은 참이므로 'ㄱ, ㄴ'은 옳은 진술만을 고른 조합이 아니다. 두 파동의 주기가 같으므로 $f_A = f_B$이다. 따라서 '진동수는 A가 B보다 크다'가 아니라 '진동수는 A와 B가 같다'가 옳다.
② O — ㄴ과 ㄷ이 모두 참이다. 그림에서 A의 파장이 B보다 짧고, 주기가 같을 때 $v = \lambda/T$이므로 A의 진행 속력도 B보다 작다.
③ X — ㄱ이 거짓이므로 'ㄱ, ㄷ'은 옳은 진술만을 고른 조합이 아니다. 'ㄱ' 대신 '진동수는 A와 B가 같다'가 옳으며, 옳은 진술의 조합은 'ㄴ, ㄷ'이다.
④ X — ㄱ이 거짓이므로 'ㄱ, ㄴ, ㄷ' 전체가 옳은 조합은 아니다. ㄱ을 제외한 'ㄴ, ㄷ'만 옳다.

오답 포인트

파형이 촘촘한 A를 보고 진동수가 더 크다고 판단하기 쉽다. 그러나 진동수는 주기의 역수이므로 주기가 같다는 조건만으로 두 파동의 진동수는 같다. 이 문제에서 파형의 촘촘함은 진동수 차이가 아니라 파장 차이를 나타내며, 같은 주기에서는 그 파장 차이가 속력 차이로 이어진다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 주기가 같은지 확인하여 진동수를 비교한다. 다음으로 같은 수평 구간에 들어 있는 파형의 반복 횟수로 파장을 비교한다. 마지막으로 $v = \lambda/T$에 대입하여 같은 주기에서는 파장이 짧은 파동의 속력이 더 작다고 판단한다.

암기 포인트

같은 주기이면 같은 진동수이고, $v = \lambda/T$이므로 파장이 짧을수록 속력이 작다.

NoteBase

문 11. 열역학법칙에 대한 다음 설명 중 가장 옳은 것을 고르면?

① 이상기체가 단열 팽창할 때 내부에너지는 증가한다.

② 이상기체가 단열 팽창할 때 이상기체의 온도는 올라간다.

③ 열효율 100%인 초특급 열기관이 존재할 수 있다.

④ 서로 접촉하고 있지 않은 두 물체 A와 B가 각각 물체 C와 열평형상태에 있으면 두 물체 A와 B는 열평형상태에 있다.

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 열역학 제0법칙, 제1법칙, 제2법칙을 이용하여 단열 팽창과 열평형에 관한 설명을 판별하는 문제이다.

핵심 개념

열역학 제0법칙: 두 물체가 각각 같은 제3의 물체와 열평형이면 두 물체도 서로 열평형이라는 열평형의 추이성을 나타낸다.
열역학 제1법칙: 계가 한 일의 양을 W라 하면 내부에너지 변화는 $\Delta U = Q - W$이다. 단열 과정에서는 $Q = 0$이다.
열역학 제2법칙: 하나의 열원에서 받은 열을 순환 과정에서 전부 일로 바꾸는 열기관은 존재할 수 없으므로 열효율은 100%가 될 수 없다.

NoteBase

선지별 해설

① X
단열 팽창에서는 기체가 외부에 일을 하지만 열은 공급받지 않으므로 $\Delta U = 0 - W < 0$이다. 틀린 표현은 '내부에너지는 증가한다'이며, 올바르게는 '내부에너지는 감소한다'이다.

② X
이상기체의 내부에너지는 온도에만 의존한다. 단열 팽창으로 내부에너지가 감소하므로 온도도 내려간다. 틀린 표현은 '온도는 올라간다'이며, 올바르게는 '온도는 내려간다'이다.

③ X
열역학 제2법칙에 따라 열기관은 흡수한 열의 일부를 반드시 저온 열원으로 방출해야 하므로 열효율 100%인 열기관은 존재할 수 없다. 틀린 표현은 '존재할 수 있다'이며, 올바르게는 '존재할 수 없다'이다.

④ O
두 물체 A와 B가 각각 물체 C와 열평형이면 A와 B의 온도는 서로 같다. 따라서 A와 B도 열평형이며, 이는 열역학 제0법칙의 내용이다.

오답 포인트

단열을 '온도가 일정한 과정'으로 혼동하면 ①과 ②를 잘못 판단하기 쉽다. 단열은 열의 출입이 없는 $Q = 0$인 과정이며, 팽창할 때 기체가 일을 하므로 내부에너지와 온도가 감소한다. 또한 에너지 보존만 생각하여 열을 모두 일로 바꿀 수 있다고 판단하면 ③에 속게 되는데, 열기관의 효율 제한은 열역학 제2법칙이 정한다.

다시 나오면 이렇게 판단

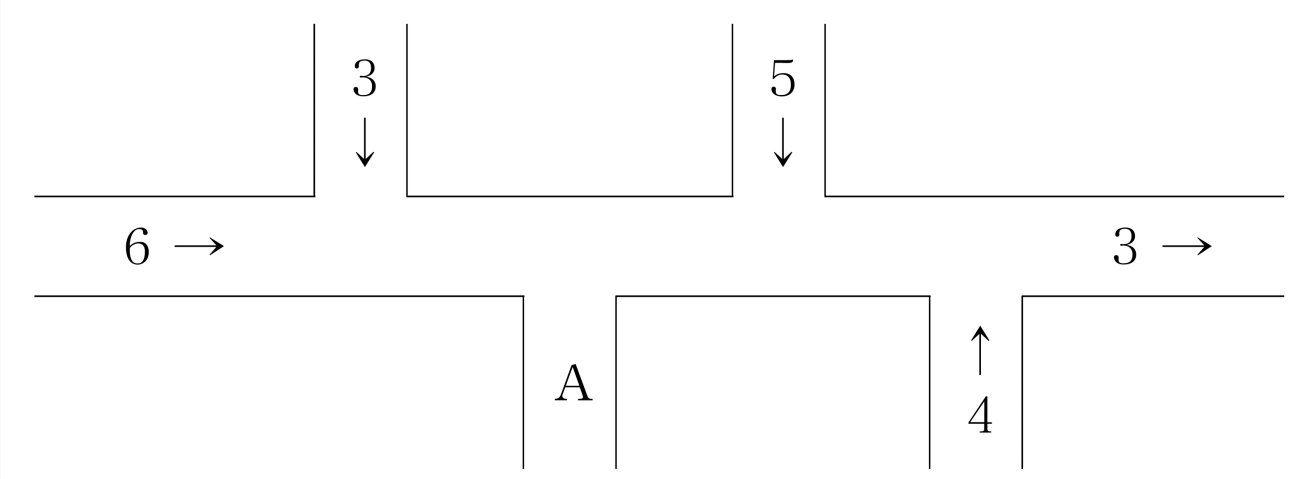
단열 팽창은 먼저 $Q = 0$과 $W > 0$을 $\Delta U = Q - W$에 대입하여 내부에너지와 온도의 감소를 판단한다. '모든 열을 일로 전환'은 제2법칙에 위배되고, '각각 제3의 물체와 열평형'은 제0법칙의 추이성으로 판단한다.

암기 포인트

제0법칙은 열평형의 추이성, 단열 팽창은 내부에너지·온도 감소, 제2법칙은 열효율 100% 불가이다.

NoteBase

문 12. 다음 그림은 물이 흐르는 관의 모습을 모식적으로 나타낸 것이다. 관의 단면적은 모두 동일하다. 물의 흐름의 방향과 부피당 흐름률(cm^3/s)은 관의 화살표와 숫자로 나타냈다.
A지역으로 흐르는 물의 방향성과 부피당 흐름률로 옳은 것은?



① ↑, 15 cm^3/s
② ↑, 3 cm^3/s
③ ↓, 15 cm^3/s
④ ↓, 3 cm^3/s

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 정상적인 물의 흐름에서 연속 방정식을 적용하여 A에서의 흐름 방향과 부피 흐름률을 구하는 문제이다.

조건 정리

관 안으로 들어오는 흐름은 왼쪽의 $6cm^3/s$, 위쪽 두 관의 $3cm^3/s$, $5cm^3/s$, 오른쪽 아래 관의 $4cm^3/s$이다.
관 밖으로 나가는 것으로 주어진 흐름은 오른쪽의 $3cm^3/s$이다.
A의 흐름 방향과 부피 흐름률을 구해야 한다.

사용할 공식

정상 흐름에서는 질량 보존에 따라 들어오는 부피 흐름률의 합과 나가는 부피 흐름률의 합이 같다.
Σ Q_유입=Σ Q_유출
물이 비압축성이고 흐름이 정상 상태이므로 관망 전체에 연속 방정식을 적용한다.

NoteBase

계산 과정

1. 주어진 유입량의 합은 $6 + 3 + 5 + 4 = 18 cm^3/s$이다.
2. 주어진 유출량은 오른쪽의 $3 cm^3/s$이다.
3. A의 부피 흐름률을 Q_A라 하면 $18 = 3 + Q_A$이므로 $Q_A = 15 cm^3/s$이다.
4. 남는 물이 A를 통해 관망 밖으로 나가야 하므로 A에서의 방향은 아래쪽(↓)이다.

선지 판단

① X — 방향을 위쪽(↑)으로 제시한 부분과 $15 cm^3/s$라는 값을 함께 짝지은 것이 틀리다. 올바르게는 아래쪽(↓), $15 cm^3/s$이다.
② X — 방향을 위쪽(↑)으로 제시했고 흐름률도 $3 cm^3/s$로 제시하여 모두 틀리다. 올바르게는 아래쪽(↓), $15 cm^3/s$이다.
③ O — A는 아래쪽(↓)으로 흐르며 부피 흐름률은 $15 cm^3/s$이므로 계산 결과와 일치한다.
④ X — 아래쪽(↓) 방향은 맞지만 $3 cm^3/s$라는 값이 틀리다. 올바르게는 $15 cm^3/s$이다.

오답 포인트

화살표가 관망 쪽을 향하면 유입, 관망 바깥쪽을 향하면 유출이다. 오른쪽의 $3 cm^3/s$만 유출로 주어졌는데 이를 A의 값으로 착각하거나, 유입량 중 일부를 빼먹으면 ②나 ④를 고르게 된다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 관망 전체를 하나의 검사 체적으로 잡고 각 화살표를 유입과 유출로 나눈다. 그다음 Σ Q_유입=Σ Q_유출을 적용하며, 계산값이 어느 쪽 합에 더해져야 하는지로 미지 흐름의 방향을 정한다.

암기 포인트

정상 상태의 비압축성 유체에서는 들어온 양과 나간 양이 같다. 이 문항에서는 유입 18, 알려진 유출 3이므로 A는 아래로 15이다.

NoteBase

문 13. 아래의 (가)~(다)는 각각 우리가 생활 주변에서 사용하는 저장매체의 특징에 대한 설명이다. 이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

(가) 주로 컴퓨터에서 사용하는 대용량 저장매체로 플래터, 헤드, 스핀들 모터 등으로 구성된다.
(나) 정보를 읽을 때에는 홈이 있는 부분과 없는 부분에서 반사된 레이저 빛의 세기의 차이를 이용한다.
(다) 반도체를 이용하여 만든 셀을 기초로 하여, 포함된 전자의 수에 따라 달라지는 셀의 특성을 이용한다.

<보기>
ㄱ. (가)는 자기적 성질을 이용한 매체이다.
ㄴ. (나)에서 푸른색보다 붉은색 레이저를 이용하면 더 많은 정보를 저장할 수 있다.
ㄷ. (다)는 디지털 정보를 저장한다.

① ㄴ
② ㄷ
③ ㄱ, ㄴ
④ ㄱ, ㄷ

정답 4번

출제 포인트

하드 디스크, 광학 저장매체, 반도체 저장매체가 정보를 기록하고 읽는 원리를 구별하는 문제이다.

핵심 개념

(가)는 플래터의 자성 상태를 바꾸어 정보를 기록하는 하드 디스크이다.
(나)는 디스크 표면의 홈 유무에 따른 레이저 반사광의 차이로 정보를 읽는 광학 저장매체이다. 더 짧은 파장의 빛일수록 더 작은 영역을 구별할 수 있으므로, 붉은색보다 푸른색 레이저를 사용할 때 기록 밀도를 높일 수 있다.
(다)는 반도체 셀에 저장된 전자의 수에 따른 전기적 특성의 차이로 0과 1의 디지털 정보를 저장하는 반도체 저장매체이다.
따라서 ㄱ과 ㄷ은 옳고 ㄴ은 옳지 않다.

NoteBase

선지별 해설

① X — ㄴ의 '붉은색 레이저를 이용하면 더 많은 정보를 저장할 수 있다'가 틀렸다. 붉은색은 푸른색보다 파장이 길어 기록 밀도를 높이는 데 불리하다. 올바른 표현은 '붉은색보다 푸른색 레이저를 이용하면 더 많은 정보를 저장할 수 있다'이다. 또한 옳은 ㄱ과 ㄷ을 포함하지 못한다.
② X — ㄷ은 옳지만, 자기적 성질을 이용하는 하드 디스크를 설명한 ㄱ도 옳으므로 ㄷ만 고른 것은 틀렸다. 올바른 조합은 ㄱ, ㄷ이다.
③ X — ㄱ은 옳지만 ㄴ은 틀리고, 옳은 ㄷ이 빠져 있다. 올바른 조합은 ㄱ, ㄷ이다.
④ O — (가)는 자기적 성질을 이용하는 하드 디스크이므로 ㄱ이 옳고, (다)는 반도체 셀에 디지털 정보를 저장하므로 ㄷ도 옳다. ㄱ, ㄷ을 고른 조합이 정확하다.

오답 포인트

ㄴ의 색상과 저장 용량 관계를 반대로 판단하기 쉽다. 광학 저장매체에서는 붉은색보다 파장이 짧은 푸른색 레이저가 더 작은 영역을 구별할 수 있어 기록 밀도가 높다.

다시 나오면 이렇게 판단

구성 요소와 기록 원리를 연결한다. 플래터·헤드·스핀들 모터는 자기 저장, 홈·반사 레이저는 광학 저장, 반도체 셀·전자 수는 전기적 상태를 이용한 디지털 저장이다. 레이저 색을 비교할 때에는 파장이 짧을수록 더 미세하게 기록할 수 있다고 판단한다.

암기 포인트

하드 디스크는 자기, 광디스크는 레이저, 반도체 메모리는 셀의 전자 상태를 이용한다. 광학 저장은 푸른색처럼 파장이 짧을수록 고밀도 기록에 유리하다.

NoteBase

문 14. 지구 주위를 돌고있는 인공위성은 지구를 한 초점으로 하는 타원궤도를 따라 원운동을 하는데 그 속력에 대한 설명으로 가장 옳은 것은?

① 원지점에서 가장 크다.

② 근지점에서 가장 크다.

③ 근지점에서 가장 작다.

④ 궤도상 어느 지점에서도 같다.

정답 2번

출제 포인트

타원궤도에서 인공위성의 속력이 지구와의 거리에 따라 어떻게 변하는지를 묻는 문제이다.

핵심 개념

근지점은 인공위성이 지구에 가장 가까운 지점이고, 원지점은 지구에서 가장 먼 지점이다. 타원궤도의 긴반지름을 a, 지구 중심에서 위성까지의 거리를 r라 하면 속력은 $v = \sqrt{GM(2/r - 1/a)}$이다. 따라서 같은 궤도에서는 r가 작을수록 속력이 커지므로 근지점에서 가장 빠르고 원지점에서 가장 느리다.

선지별 해설

① X — '원지점에서 가장 크다'가 틀린 표현이다. 원지점은 지구와의 거리가 가장 커서 속력이 가장 작다.
② O — 근지점은 지구와의 거리가 가장 작으므로 타원궤도에서 속력이 가장 크다.
③ X — '근지점에서 가장 작다'가 틀린 표현이다. 근지점에서는 속력이 가장 크다.
④ X — '어느 지점에서도 같다'가 틀린 표현이다. 타원궤도에서는 지구와의 거리에 따라 속력이 변하며, 근지점에서 최대이고 원지점에서 최소이다. 속력이 일정한 것은 이상적인 등속 원운동의 경우이다.

오답 포인트

문제의 '원운동'이라는 표현만 보고 속력이 일정하다고 판단하면 ④를 고르기 쉽다. 그러나 궤도가 타원이라고 제시되었으므로 위성의 속력은 일정하지 않으며, 근지점과 원지점에서 각각 최대와 최소가 된다.

다시 나오면 이렇게 판단

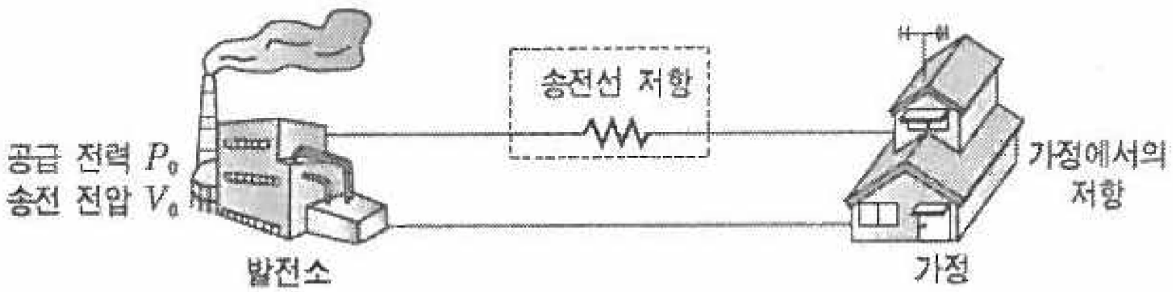
타원궤도 문제에서는 먼저 지구와의 거리 r를 비교한다. 지구에 가까워지는 구간에서는 속력이 증가하고, 멀어지는 구간에서는 속력이 감소한다고 판단한다.

암기 포인트

근지점은 최고 속력, 원지점은 최저 속력이다.

NoteBase

문 15. 그림과 같이 발전소에서 공급전력 P_0, 송전 전압 V_0으로 송전하고 있을 때, 가정에서 사용할 수 있는 전력은 공급 전력의 90%이다. 발전소에서 공급 전력과 송전선의 저항을 변화시키지 않고, 가정에서 사용할 수 있는 전력을 공급전력의 99%로 하기 위한 송전 전압은?



① $\sqrt{10}V_0$
② $10V_0$
③ $\frac{1}{\sqrt{10}}V_0$
④ $\frac{1}{10}V_0$

정답 1번

출제 포인트

공급 전력과 송전선의 저항이 일정할 때 송전 손실이 송전 전압의 제곱에 반비례한다는 관계를 이용해 필요한 송전 전압을 구하는 문제이다.

조건 정리

처음 가정에서 사용하는 전력은 $0.90P_0$이므로 송전선의 손실 전력은 $0.10P_0$이다. 목표 사용 전력은 $0.99P_0$이므로 목표 손실 전력은 $0.01P_0$이다. 따라서 손실 전력을 처음의 1/10로 줄여야 한다.

사용할 공식

공급 전력이 일정하므로 $P_0 = VI$에서 $I = P_0/V$이다. 송전선의 저항이 R일 때 손실 전력은
$P_{\text{loss}} = I^2R = \left(\frac{P_0}{V}\right)^2R$
이다. 따라서 P_0과 R이 일정하면 $P_{\text{loss}} \propto 1/V^2$이다.

NoteBase

계산 과정

새 송전 전압을 V라 하면 손실 전력의 비는
$\frac{0.01P_0}{0.10P_0} = \frac{V_0^2}{V^2} = \frac{1}{10}$
이다. 따라서 $V^2 = 10V_0^2$이고, 송전 전압의 크기는
$V = \sqrt{10}\,V_0$
이다.

선지 판단

① O — $V = \sqrt{10}\,V_0$이면 손실 전력이 처음의 1/10인 $0.01P_0$가 되어 가정에서 $0.99P_0$를 사용할 수 있다.
② X — $10V_0$는 전압을 지나치게 높인 값이다. 이때 손실은 처음의 1/100인 $0.001P_0$가 되어 사용 전력은 $0.999P_0$이다. 틀린 표현 $10V_0$는 올바르게는 $\sqrt{10}\,V_0$이다.
③ X — $V_0/\sqrt{10}$로 전압을 낮추면 손실이 처음의 10배인 P_0가 되므로 목표 손실 $0.01P_0$와 맞지 않는다. 틀린 표현 $V_0/\sqrt{10}$는 올바르게는 $\sqrt{10}\,V_0$이다.
④ X — $V_0/10$으로 전압을 낮추면 손실이 처음의 100배인 $10P_0$가 되므로 목표와 반대이다. 틀린 표현 $V_0/10$은 올바르게는 $\sqrt{10}\,V_0$이다.

오답 포인트

손실률을 10분의 1로 줄인다고 전압을 10배로 정하면 안 된다. 손실 전력은 전압 자체가 아니라 전압의 제곱에 반비례하므로 필요한 전압 배수는 $\sqrt{10}$이다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 사용 전력의 비율을 1에서 빼 손실률을 구한다. 그다음 $P_{\text{loss}} \propto 1/V^2$를 적용하여 손실률의 비를 전압비의 제곱과 연결한다.

암기 포인트

같은 전력을 송전할 때 전압을 k배로 높이면 전류는 $1/k$배, 송전 손실은 $1/k^2$배가 된다.

NoteBase

문 16. 전자기파의 파장을 짧은 것부터 차례로 바르게 나열한 것은?

① X선 - 감마선 - 라디오파 - 가시광선

② 라이오파 - 가시광선 - X선 - 감마선

③ 감마선 - X선 - 가시광선 - 라디오파

④ 감마선 - 라디오파 - X선 - 가시광선

정답 3번

출제 포인트

전자기파의 종류를 파장이 짧은 순서로 배열할 수 있는지를 묻는 문제이다.

핵심 개념

전자기파는 전기장과 자기장의 진동이 공간을 통해 전파되는 파동이다. 진공에서 전자기파의 속력은 일정하므로 진동수가 클수록 파장은 짧다. 이 문항에 나온 전자기파의 파장 순서는 감마선 < X선 < 가시광선 < 라디오파이다.

선지별 해설

① X — 'X선 - 감마선'의 순서와 '라디오파 - 가시광선'의 순서가 각각 뒤바뀌었다. 올바르게는 감마선 - X선 - 가시광선 - 라디오파이다.
② X — '라이오파 - 가시광선 - X선 - 감마선'은 라디오파를 뜻하는 것으로 보아도 파장이 긴 것부터 짧은 것까지의 역순이다. 올바르게는 감마선 - X선 - 가시광선 - 라디오파이다.
③ O — 감마선, X선, 가시광선, 라디오파 순으로 갈수록 파장이 길어지므로 파장이 짧은 것부터 바르게 배열하였다.
④ X — '감마선'이 가장 앞인 것은 맞지만, 그 뒤의 '라디오파 - X선 - 가시광선' 순서가 틀렸다. 올바르게는 감마선 - X선 - 가시광선 - 라디오파이다.

오답 포인트

②는 정답 순서를 완전히 거꾸로 제시하여 '짧은 것부터'라는 문제의 방향을 놓치게 한다. 또한 감마선과 X선은 모두 파장이 매우 짧지만 감마선의 파장이 X선보다 더 짧다는 점이 ①과의 구별 기준이다.

다시 나오면 이렇게 판단

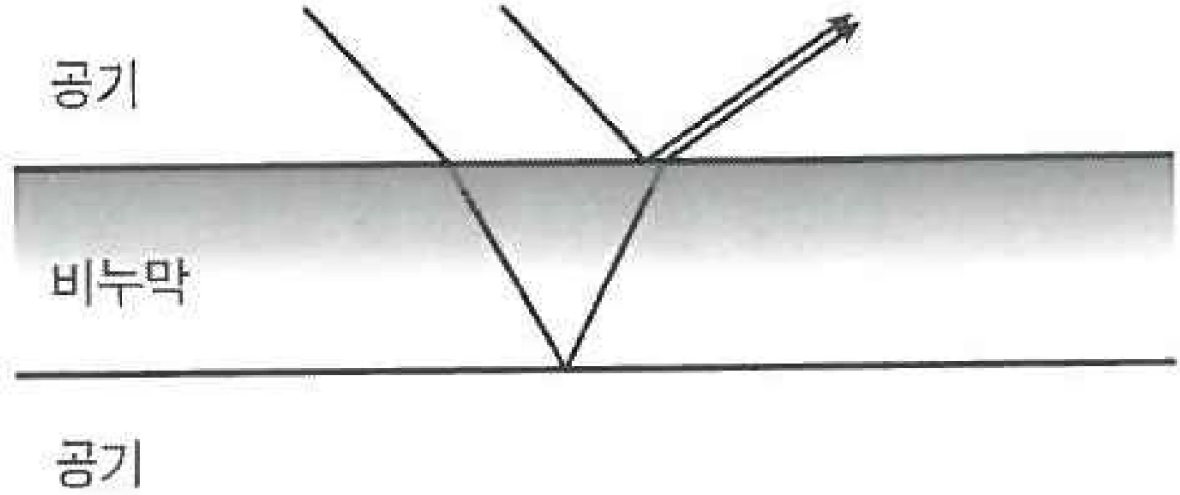
먼저 문제에서 요구하는 방향이 짧은 파장인지 긴 파장인지 확인한다. 짧은 파장부터라면 감마선 → X선 → 자외선 → 가시광선 → 적외선 → 마이크로파 → 라디오파의 순서를 적용한다.

암기 포인트

파장이 짧은 쪽은 감마선, 긴 쪽은 라디오파이며, 감마선 → X선 → 가시광선 → 라디오파 순으로 길어진다.

NoteBase

문 17. 그림과 같이 공기에서 비누막에 빛을 입사시켰더니 빛의 일부는 비누막의 윗면에서 반사되고 일부는 굴절해서 들어간 후 비누막의 아랫면에서 반사되어 다시 공기로 나왔다. 이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?



<보기>

ㄱ. 공기에서 비누막으로 들어간 빛은 공기 중에 비해 파장이 짧아지고 속력이 느려진다.

ㄴ. 비누막의 윗면에서 반사된 빛은 비누막으로 들어간 빛과 진동수가 같다.

ㄷ. 비누막의 윗면과 아랫면에서 반사된 빛은 서로 간섭을 일으켜서 비누막 위에 알록달록한 무늬를 만든다.

① ㄱ, ㄴ

② ㄴ, ㄷ

③ ㄱ, ㄷ

④ ㄱ, ㄴ, ㄷ

정답 4번

출제 포인트

비누막의 윗면과 아랫면에서 반사된 두 빛의 경로를 보고, 매질이 바뀔 때 빛의 속력·파장·진동수가 어떻게 변하는지와 얇은 막 간섭이 나타나는 원리를 판단하는 문제이다. 진동수는 경계면을 지나거나 반사되어도 광원이 정한 값으로 유지되고, 비누막에서는 속력이 감소하므로 $v = f\lambda$에 따라 파장이 짧아진다.

NoteBase

선지별 해설

① X
ㄱ과 ㄴ은 옳지만 ㄷ도 옳으므로 옳은 내용을 모두 고른 조합이 아니다. 틀린 조합 'ㄱ, ㄴ'은 'ㄱ, ㄴ, ㄷ'으로 고쳐야 한다.

② X
ㄴ과 ㄷ은 옳지만 ㄱ도 옳다. 공기보다 굴절률이 큰 비누막에서는 빛의 속력이 느려지고, 진동수는 일정하므로 파장도 짧아진다. 틀린 조합 'ㄴ, ㄷ'은 'ㄱ, ㄴ, ㄷ'으로 고쳐야 한다.

③ X
ㄱ과 ㄷ은 옳지만 ㄴ도 옳다. 비누막 윗면에서 반사된 빛과 막 내부로 굴절해 들어간 빛은 같은 입사광에서 갈라졌으므로 진동수가 같다. 틀린 조합 'ㄱ, ㄷ'은 'ㄱ, ㄴ, ㄷ'으로 고쳐야 한다.

④ O
ㄱ, ㄴ, ㄷ이 모두 옳다. 비누막 안에서는 속력과 파장이 감소하고 진동수는 유지되며, 윗면과 아랫면에서 반사된 빛은 광로차와 반사 시 위상 변화에 따라 서로 간섭한다. 파장마다 보강·상쇄 조건이 달라져 비누막에 알록달록한 무늬가 나타난다.

오답 포인트

매질이 바뀌면 빛의 속력과 파장은 변하지만 진동수는 변하지 않는다. 또한 경계면 반사에서 생기는 위상 변화는 진동수 변화가 아니다. ㄱ~ㄷ이 각각 모두 옳다는 점을 확인하지 않고 일부만 묶인 ①~③을 고르는 것이 함정이다.

다시 나오면 이렇게 판단

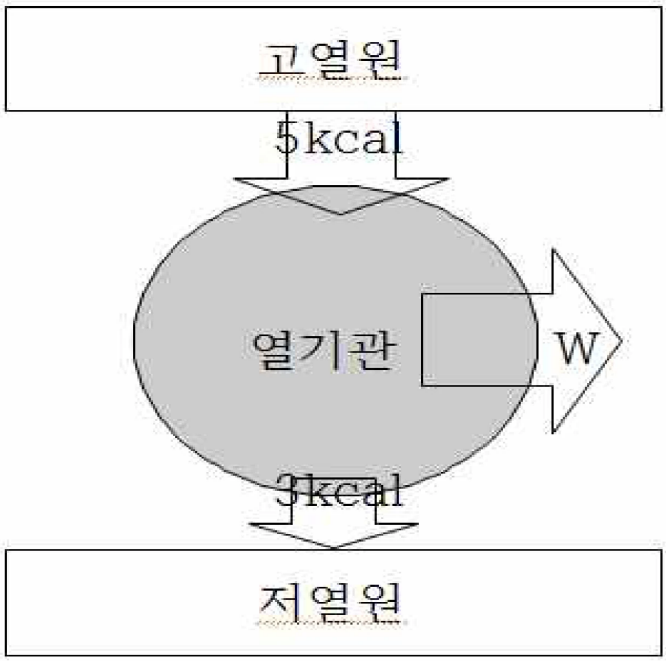
먼저 같은 광원에서 나온 빛은 반사·굴절 후에도 진동수가 같다는 점을 적용한다. 다음으로 $v = f\lambda$를 이용해 속력이 느려지는 매질에서는 파장도 짧아짐을 판단한다. 마지막으로 얇은 막의 두 경계면에서 나온 반사광 사이에 광로차가 있으면 간섭 무늬가 생긴다고 판단한다.

암기 포인트

매질이 바뀌면 진동수는 그대로이고 속력과 파장이 함께 변한다. 비누막의 색은 윗면·아랫면 반사광의 얇은 막 간섭이다.

NoteBase

문 18. 그림은 고열원으로부터 5kcal의 열을 흡수하여 외부에 W의 일을 하고 저열원으로 3kcal의 열을 방출하는 열기관을 모식적으로 나타낸 것이다. 이 열기관의 열효율은?



① 10%

② 20%

③ 40%

④ 60%

정답 3번

출제 포인트

열기관의 에너지 보존으로 한 일 W를 구한 뒤, 흡수한 열량에 대한 일의 비율인 열효율을 계산하는 문제이다.

조건 정리

고열원에서 흡수한 열량은 $Q_H = 5kcal$이고, 저열원으로 방출한 열량은 $Q_C = 3kcal$이다. 구해야 할 값은 열효율 η이다.

사용할 공식

열기관이 한 일은 $W = Q_H - Q_C$이고, 열효율은 $\eta = \frac{W}{Q_H} = 1 - \frac{Q_C}{Q_H}$이다. 열기관이 흡수한 열 중 일로 전환된 비율을 묻기 때문에 전체 흡수열 Q_H를 분모로 둔다.

NoteBase

계산 과정

에너지 보존에 따라 $W = 5 - 3 = 2kcal$이다. 따라서
$\eta = \frac{W}{Q_H} = \frac{2}{5} = 0.4 = 40\%$
이다.

선지 판단

① X — 10%는 계산 결과 40%와 다르다. 10%가 아니라 40%가 옳다.
② X — 20%는 계산 결과 40%와 다르다. 20%가 아니라 40%가 옳다.
③ O — $W = 2kcal$이므로 $W/Q_H = 2/5 = 40\%$이다.
④ X — 60%는 방출열의 비율 $Q_C/Q_H = 3/5$을 효율로 잘못 사용한 값이다. 60%가 아니라 일로 전환된 비율인 40%가 옳다.

오답 포인트

방출열 3 kcal을 흡수열 5 kcal로 나눈 60%는 버려진 열의 비율이다. 열효율은 방출열의 비율이 아니라 한 일 W의 비율이므로 $1 - 60\% = 40\%$이다.

다시 나오면 이렇게 판단

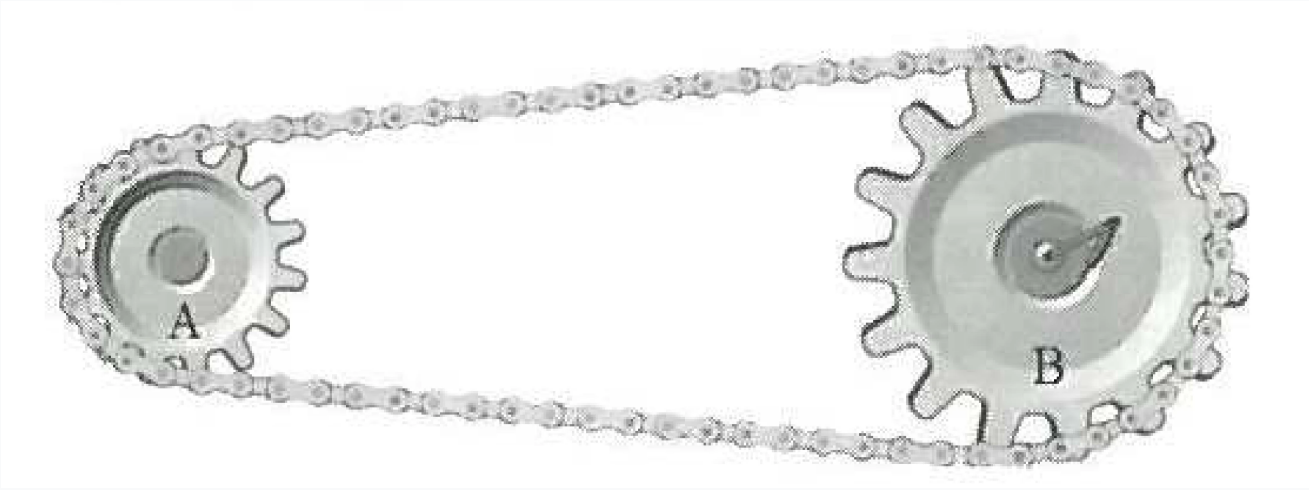
먼저 $W = Q_H - Q_C$로 일을 구하고, 이어서 $\eta = W/Q_H$를 적용한다. 마지막으로 흡수열이 분모인지 확인한다.

암기 포인트

열효율은 '얻은 일/받은 열'이므로 $\eta = (Q_H - Q_C)/Q_H$이다.

NoteBase

문 19. 그림과 같이 반지름의 비가 1:2인 톱니바퀴 A와 B를 체인에 연결하고 손잡이를 돌려 B를 등속 원운동시켰다. 등속 원운동하는 동안, A의 물리량이 B보다 큰 것을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, A, B의 축은 고정되어 있고, 체인은 미끄러지지 않는다.)



<보기>

ㄱ. 주기

ㄴ. 분당 회전수

ㄷ. 각속도

① ㄱ, ㄴ

② ㄴ, ㄷ

③ ㄱ, ㄷ

④ ㄱ, ㄴ, ㄷ

정답 2번

출제 포인트

미끄러지지 않는 체인으로 연결된 두 톱니바퀴의 접선 속력이 같다는 조건을 이용해 반지름과 각속도·회전수·주기의 관계를 판단하는 문제이다.

조건 정리

반지름의 비는 $r_A : r_B = 1 : 2$이다.

체인이 미끄러지지 않으므로 두 톱니바퀴 가장자리의 접선 속력은 같아 $v_A = v_B$이다.

A의 물리량이 B보다 큰지를 판단해야 한다.

NoteBase

사용할 공식

등속 원운동에서 $v = r\omega$, $T = \frac{2\pi}{\omega}$이고, 분당 회전수는 각속도 ω에 비례한다.
체인의 접선 속력이 같으므로 $r_A\omega_A = r_B\omega_B$를 적용한다.

계산 과정

$r_A\omega_A = r_B\omega_B$
$\frac{\omega_A}{\omega_B} = \frac{r_B}{r_A} = 2$
따라서 A의 각속도와 분당 회전수는 B의 2배이다. 주기는 각속도에 반비례하므로 $T_A = T_B/2$이며, A의 주기는 B보다 작다. 그러므로 A가 B보다 큰 물리량은 ㄴ과 ㄷ이다.

선지 판단

① X — ㄱ의 주기는 A가 B보다 작고, 실제로 큰 ㄷ의 각속도가 빠져 있다. 올바르게는 ㄴ, ㄷ이다.
② O — A의 분당 회전수와 각속도는 모두 B의 2배이므로 ㄴ, ㄷ이 맞다.
③ X — ㄱ의 주기는 A가 B의 절반이므로 크지 않으며, ㄴ의 분당 회전수가 빠져 있다. 올바르게는 ㄴ, ㄷ이다.
④ X — ㄴ과 ㄷ은 맞지만 ㄱ이 틀렸다. A의 주기는 B보다 큰 것이 아니라 $T_B/2$로 더 작으므로 올바르게는 ㄴ, ㄷ이다.

오답 포인트

작은 톱니바퀴가 더 빨리 도는 것을 주기까지 크다고 착각하기 쉽다. 각속도와 회전수는 클수록 빠르게 돌지만, 주기는 한 바퀴에 걸리는 시간이므로 각속도가 클수록 작아진다.

다시 나오면 이렇게 판단

미끄럼 없는 벨트나 체인 문제에서는 먼저 접선 속력을 같게 두고 rω=일정을 적용한다. 그다음 회전수는 ω에 비례하고 주기는 ω에 반비례한다는 관계로 각 물리량의 크기를 판단한다.

암기 포인트

미끄럼 없음: 접선 속력은 같고, 반지름이 작을수록 각속도·회전수는 크며 주기는 작다.

NoteBase

문 20. 잠수부인 광희가 수면에서의 부피가 100 m^3인 고무풍선을 가지고 바닷속으로 들어갔더니 고무풍선의 부피가 50 m^3가 되었다. 이때 고무풍선이 받는 압력은 몇 기압인가? (단, 수면의 대기압은 1기압이고 다른 조건은 모두 동일한 것으로 가정한다.)

① 1기압

② 0.5기압

③ 2기압

④ 4기압

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 온도와 기체의 양이 일정할 때 압력과 부피의 곱이 일정하다는 보일 법칙을 이용해 물속에서 풍선이 받는 압력을 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 수면에서의 압력은 $P_1 = 1atm$, 풍선의 부피는 $V_1 = 100m^3$, 물속에서의 부피는 $V_2 = 50m^3$이다.
구해야 할 값: 물속에서 풍선이 받는 압력 P_2이다.
주의할 조건: 다른 조건이 모두 동일하므로 온도와 기체의 양이 일정하다고 보고 보일 법칙을 적용한다.

사용할 공식

$P_1V_1 = P_2V_2$

온도와 기체의 양이 일정한 기체에서는 압력이 부피에 반비례하므로 이 공식을 사용한다.

계산 과정

1. 보일 법칙에 값을 대입한다.
$(1atm)(100m^3) = P_2(50m^3)$
2. 양변을 $50m^3$로 나눈다.
$P_2 = \frac{(1atm)(100m^3)}{50m^3} = 2atm$
3. 풍선이 받는 압력은 2기압이다.

NoteBase

선지 판단

① X — 1기압은 수면에서 풍선이 받던 압력이다. 부피가 절반으로 감소했으므로 압력은 그대로가 아니라 2기압이 된다. 틀린 값 1기압은 올바르게는 2기압이다.
② X — 0.5기압은 압력과 부피가 같은 비율로 변한다고 잘못 판단한 값이다. 보일 법칙에 따라 부피가 절반이 되면 압력은 2배가 되므로 올바르게는 2기압이다.
③ O — $P_2 = (1atm) \times (100/50) = 2atm$이므로 계산 결과와 일치한다.
④ X — 4기압은 부피가 절반이 된 효과를 중복하여 적용한 값이다. 압력은 2배만 되므로 올바르게는 2기압이다.
계산 결과가 2기압이므로 정답은 3번이다.

오답 포인트

부피가 100에서 50으로 절반이 되었을 때 압력도 0.5배가 된다고 생각하면 ②를 고르게 된다. 압력과 부피는 반비례하므로 부피가 절반이면 압력은 2배가 된다. 또한 구한 2기압은 수면의 대기압 1기압을 포함한 전체 압력이므로 대기압을 다시 더하지 않는다.

다시 나오면 이렇게 판단

온도와 기체의 양이 일정한 기체 문제에서는 먼저 $P_1V_1 = P_2V_2$를 세우고, 부피가 몇 배로 변했는지 확인한 뒤 압력이 그 역수 배로 변하는지 검산한다.

암기 포인트

보일 법칙에서는 $P \propto 1/V$이다. 부피가 절반이면 압력은 2배가 된다.

NoteBase