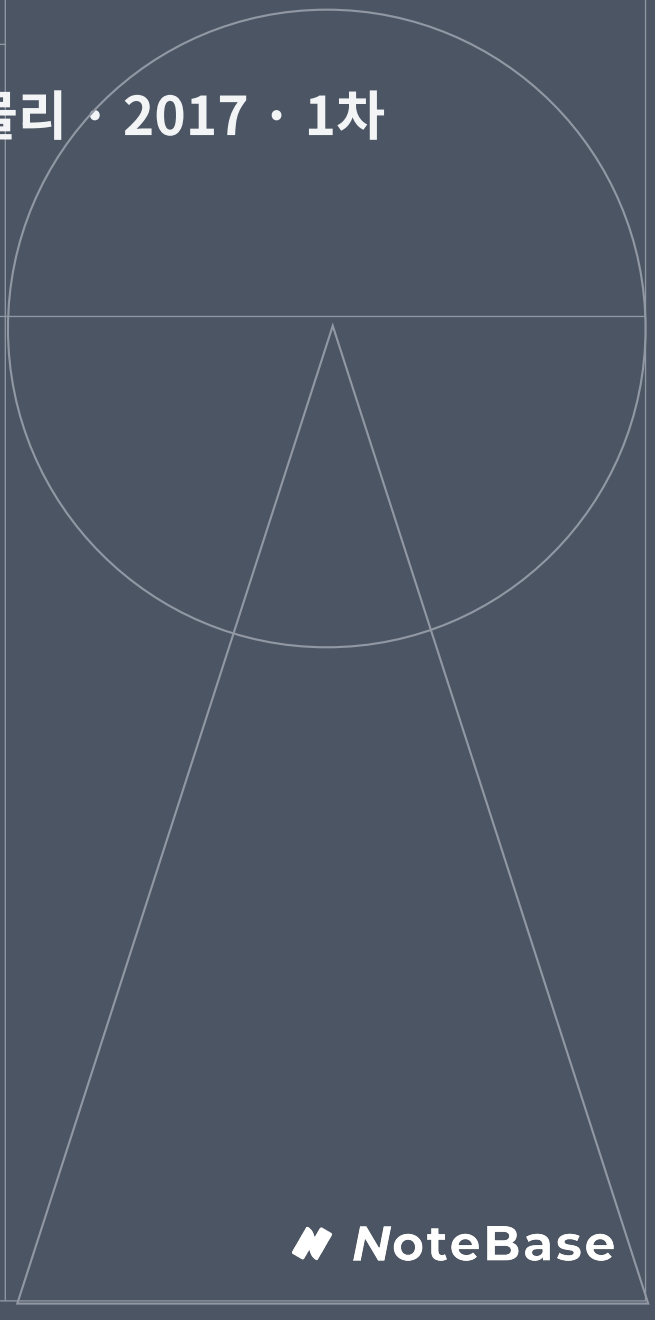
기출OX 해설집

공무원/해경/일반직 9급 · 물리 · 2017 · 1차



NoteBase

기출OX 해설집

공무원/해경/일반직 9급 · 물리 · 2017 · 1차

공무원/해경/일반직 9급 · 물리 · 2017 · 1차

문 1. 다음 표는 여러 가지 물질의 굴절률을 나타낸 것이다. 빛의 전반사가 일어나는 입사각의 범위가 가장 큰 경우는?

물질	공기	물	유리
굴절률	1.00	1.33	1.52

① 물에서 공기로 진행할 때

② 물에서 유리로 진행할 때

③ 유리에서 공기로 진행할 때

④ 유리에서 물로 진행할 때

정답 3번

출제 포인트

전반사의 발생 조건과 임계각 공식을 이용하여 전반사가 가능한 입사각 범위를 비교하는 문제이다.

조건 정리

주어진 굴절률은 공기 1.00, 물 1.33, 유리 1.52이다. 전반사는 빛이 굴절률이 큰 매질에서 작은 매질로 진행할 때만 일어나며, 입사각이 임계각보다 클 때 발생한다. 따라서 전반사 범위가 가장 크려면 임계각이 가장 작아야 한다.

사용할 공식

입사 매질의 굴절률을 n_1, 굴절 매질의 굴절률을 n_2라 하면 임계각 θ_c는 다음을 만족한다.
$\sin\theta_c = \frac{n_2}{n_1} \quad (n_1 > n_2)$
전반사가 가능한 입사각 범위는 $\theta_c < \theta_i < 90\,^\circ$이다. 따라서 n_2/n_1이 작을수록 임계각이 작아지고 전반사 입사각 범위가 커진다.

NoteBase

계산 과정

물→공기: $\theta_c = \sin^{-1}(1.00/1.33) \approx 48.8^\circ$, 전반사 범위의 폭은 약 41.2°이다.
물→유리: $1.33 < 1.52$이므로 전반사가 일어날 수 없다.
유리→공기: $\theta_c = \sin^{-1}(1.00/1.52) \approx 41.1^\circ$, 전반사 범위의 폭은 약 48.9°이다.
유리→물: $\theta_c = \sin^{-1}(1.33/1.52) \approx 61.0^\circ$, 전반사 범위의 폭은 약 29.0°이다.
임계각이 가장 작은 유리→공기의 전반사 입사각 범위가 가장 크다.

선지 판단

① X — '물에서 공기로 진행할 때'는 전반사가 가능하지만 임계각이 약 48.8°여서 입사각 범위가 가장 크지 않다. 올바르게는 '유리에서 공기로 진행할 때' 범위가 가장 크다.
② X — '물에서 유리로 진행할 때'는 낮은 굴절률 1.33에서 높은 굴절률 1.52로 진행하므로 전반사가 일어나지 않는다. 올바르게는 전반사가 높은 굴절률의 매질에서 낮은 굴절률의 매질로 진행할 때 가능하다.
③ O — '유리에서 공기로 진행할 때'의 굴절률 비 $n_2/n_1 = 1.00/1.52$가 가능한 경우 중 가장 작으므로 임계각이 가장 작고 전반사 입사각 범위가 가장 크다.
④ X — '유리에서 물로 진행할 때'는 전반사가 가능하지만 임계각이 약 61.0°여서 범위가 약 29.0°에 그친다. 올바르게는 '유리에서 공기로 진행할 때' 범위가 가장 크다.

오답 포인트

굴절률 차이의 절댓값만 비교하면 안 된다. 먼저 진행 방향이 높은 굴절률에서 낮은 굴절률로 향하는지 확인하고, 가능한 경우에 n_2/n_1을 비교해야 한다. 특히 ②는 물과 유리의 굴절률 차이가 있어도 진행 방향 때문에 전반사가 불가능하다.

다시 나오면 이렇게 판단

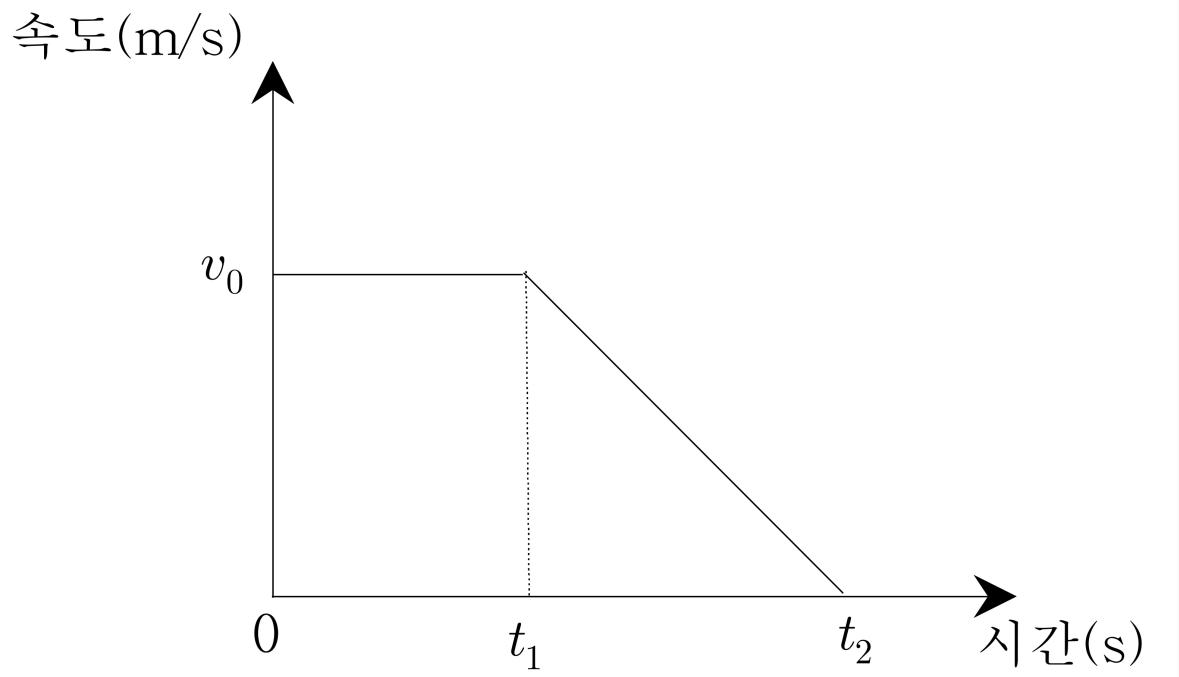
먼저 $n_1 > n_2$인 선택지만 남긴다. 그다음 n_2/n_1이 가장 작은 경우를 찾으면 임계각이 가장 작고 전반사 입사각 범위가 가장 큰 경우를 고를 수 있다.

암기 포인트

전반사는 고굴절률→저굴절률, 범위 최대는 n_2/n_1 최소이다.

NoteBase

문 2. 그림은 비행기가 활주로에 착륙한 후부터 정지할 때까지의 속도-시간 그래프를 나타낸 것이다. 이 그래프에 대한 설명으로 옳은 것은?



① 시간 $0 \sim t_1$ 동안 비행기에 알짜힘이 작용한다.

② 속도 v_0가 2배가 되면 $0 \sim t_1$ 동안 이동한 거리는 4배가 된다.

③ 시간 $0 \sim t_2$ 동안 이동한 총 거리는 $\frac{1}{2}v_0(t_1 + t_2)$이다.

④ 시간 $t_1 \sim t_2$ 동안 가속도의 방향은 운동 방향과 같다.

정답 3번

출제 포인트

속도-시간 그래프의 기울기는 가속도이고, 그래프와 시간축 사이의 넓이는 이동 거리이다.

조건 정리

$0 \sim t_1$에서는 속도가 v_0로 일정하다. $t_1 \sim t_2$에서는 속도가 v_0에서 0까지 일정하게 감소한다. 속도가 전 구간에서 음수가 아니므로 그래프 아래 넓이는 그대로 이동 거리이다.

사용할 공식

가속도는 속도-시간 그래프의 기울기이므로 $a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$이다. 이동 거리는 그래프 아래 넓이이므로 직사각형과 삼각형의 넓이를 더한다.

NoteBase

계산 과정

$0 \sim t_1$의 이동 거리는 $v_0 t_1$이다. $t_1 \sim t_2$의 이동 거리는 $\frac{1}{2} v_0 (t_2 - t_1)$이다. 따라서 총 이동 거리는
$v_0 t_1 + \frac{1}{2} v_0 (t_2 - t_1) = \frac{1}{2} v_0 (t_1 + t_2)$
이다.

선지 판단

① X — $0 \sim t_1$에는 속도가 일정하여 가속도가 0이고, 뉴턴의 제2법칙에 따라 알짜힘도 0이다. 틀린 표현 '알짜힘이 작용한다'는 '알짜힘은 0이다'로 고쳐야 한다.
② X — $0 \sim t_1$의 거리는 $v_0 t_1$이므로 v_0가 2배이면 거리도 2배이다. 틀린 표현 '4배'는 '2배'로 고쳐야 한다.
③ O — 직사각형 넓이 $v_0 t_1$과 삼각형 넓이 $\frac{1}{2} v_0 (t_2 - t_1)$을 더하면 $\frac{1}{2} v_0 (t_1 + t_2)$가 된다.
④ X — $t_1 \sim t_2$에는 속도가 양수인 채 감소하므로 운동 방향은 양의 방향이고 가속도는 음의 방향이다. 틀린 표현 '방향은 운동 방향과 같다'는 '방향은 운동 방향과 반대이다'로 고쳐야 한다.

오답 포인트

②는 이동 거리를 속도의 제곱에 비례한다고 착각하게 하고, ④는 속도가 양수라는 사실과 가속도의 부호를 혼동하게 한다. 속도가 양수여도 그래프의 기울기가 음수이면 가속도는 운동 방향과 반대이다.

다시 나오면 이렇게 판단

속도-시간 그래프에서는 먼저 기울기로 가속도의 방향을 판단하고, 구간별 넓이를 합하여 이동 거리를 구한다. 속도의 부호와 기울기의 부호는 따로 확인한다.

암기 포인트

속도-시간 그래프는 '기울기 = 가속도, 넓이 = 변위'이며, 속도의 부호가 바뀌지 않으면 넓이가 이동 거리와 같다.

NoteBase

문 3. 다음은 나트륨 이온(Na^+)을 표시한 것이다. 이에 대한 설명으로 옳은 것을 <보기>에서 모두 고른 것은?
$^{23}_{11}Na^+$

<보기>
ㄱ. 중성자수는 12개이다.
ㄴ. 전자수는 10개이다.
ㄷ. 이온 반지름이 원자 반지름보다 작다.

① ㄱ, ㄴ
② ㄴ, ㄷ
③ ㄱ, ㄷ
④ ㄱ, ㄴ, ㄷ

정답 4번

출제 포인트

원자 기호에서 질량수와 원자번호를 읽고, 이온의 전하를 이용해 중성자수와 전자수를 구한 뒤 양이온의 반지름 변화를 판단하는 문제이다.

조건 정리

주어진 입자는 $^{23}_{11}Na^+$이다. 질량수는 23, 원자번호는 11이며, +1가의 양이온이다.
구해야 할 것은 중성자수, 전자수, 이온 반지름과 원자 반지름의 대소 관계이다.

사용할 공식

중성자수=질량수-원자번호
양이온의 전자수=원자번호-양전하의 크기
원자번호는 양성자수이고, 중성 원자의 전자수도 원자번호와 같다. 양이온은 전자를 잃어 형성되므로 양전하의 크기만큼 전자수를 뺀다.

계산 과정

1. 중성자수는 $23 - 11 = 12$개이다.
2. 중성 나트륨 원자의 전자수는 11개이고, Na^+는 전자 1개를 잃었으므로 전자수는 $11 - 1 = 10$개이다.
3. 중성 나트륨의 전자 배치는 2, 8, 1이고 Na^+의 전자 배치는 2, 8이다. 가장 바깥 전자껍질이 사라지므로 나트륨 이온의 반지름은 나트륨 원자의 반지름보다 작다. 따라서 ㄱ, ㄴ, ㄷ이 모두 옳다.

NoteBase

선지 판단

① X — ㄱ과 ㄴ은 옳지만, ㄷ도 옳으므로 불완전한 조합이다. 올바르게는 ㄱ, ㄴ, ㄷ을 모두 골라야 한다.
② X — ㄴ과 ㄷ은 옳지만, 중성자수가 23 − 11 = 12개라는 ㄱ도 옳다. 올바르게는 ㄱ, ㄴ, ㄷ을 모두 골라야 한다.
③ X — ㄱ과 ㄷ은 옳지만, Na^+의 전자수가 11 − 1 = 10개라는 ㄴ도 옳다. 올바르게는 ㄱ, ㄴ, ㄷ을 모두 골라야 한다.
④ O — ㄱ의 중성자수 12개, ㄴ의 전자수 10개, ㄷ의 이온 반지름이 원자 반지름보다 작다는 설명이 모두 옳다.

오답 포인트

질량수 23을 중성자수로 바로 읽거나, 원자번호 11을 양이온의 전자수로 그대로 쓰는 것이 함정이다. 또한 양이온을 전자가 더해진 입자로 착각하면 반지름의 대소도 반대로 판단하게 된다.

다시 나오면 이렇게 판단

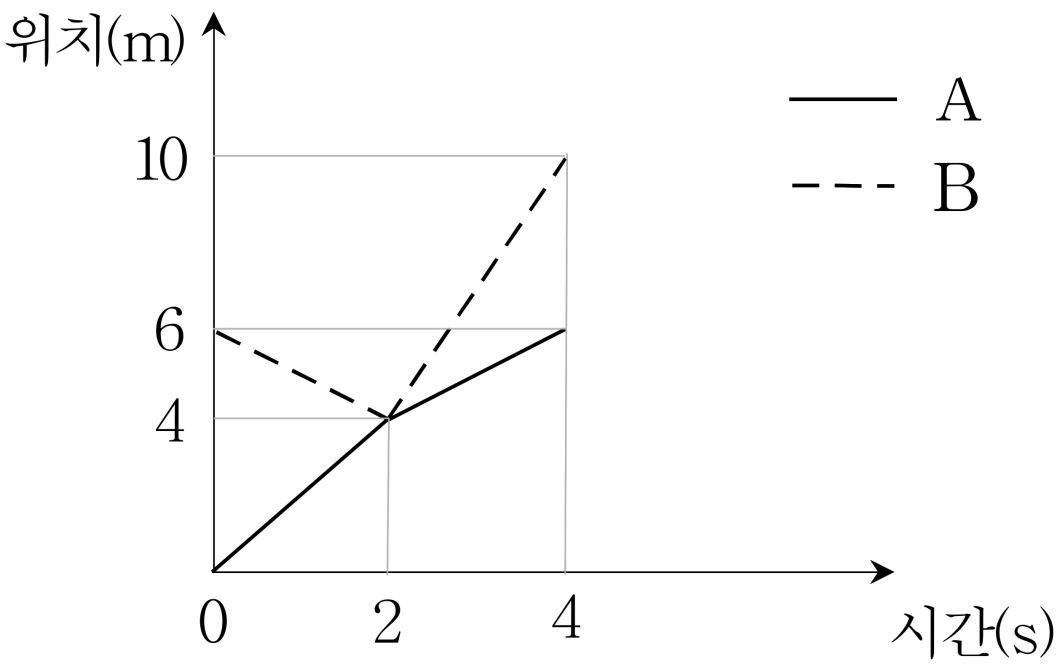
원자 기호에서는 질량수와 원자번호를 먼저 구분한 뒤, 중성자수는 질량수에서 원자번호를 빼고 전자수는 이온 전하를 반영해 구한다. 양이온은 전자를 잃으므로 같은 원소의 중성 원자보다 반지름이 작아진다.

암기 포인트

중성자수는 질량수-원자번호, 양이온의 전자수는 원자번호-양전하의 크기이며, 양이온의 반지름은 중성 원자보다 작다.

NoteBase

문 4. 다음은 동일 직선 상에서 운동하는 물체 A, B의 충돌 전후의 위치를 시간에 따라 나타낸 것이다. 이에 대한 설명으로 옳은 것을 <보기>에서 모두 고른 것은?
(단, A와 B에 외부의 힘은 작용하지 않는다.)



<보기>

ㄱ. 충돌 시 A가 받은 충격량의 크기와 B가 받은 충격량의 크기는 같다.

ㄴ. A의 질량은 B의 질량의 4배이다.

ㄷ. A와 B의 운동에너지의 총합은 충돌 전과 후에 동일하다.

① ㄱ, ㄴ

② ㄱ, ㄷ

③ ㄴ, ㄷ

④ ㄱ, ㄴ, ㄷ

정답 1번

출제 포인트

위치-시간 그래프의 기울기에서 충돌 전후 속도를 구하고, 충격량과 운동량 보존을 이용해 질량비를 판단하는 문제이다.

NoteBase

기출OX 해설집 · 공무원/해경/일반직 9급 · 물리 · 2017 · 1차

조건 정리

그래프의 기울기 $\Delta x/\Delta t$가 속도이다. 오른쪽을 양의 방향으로 잡으면 충돌 전 속도는 $v_A = +2m/s$, $v_B = -1m/s$이고, 충돌 후 속도는 $v'_A = +1m/s$, $v'_B = +3m/s$이다. 외력이 작용하지 않으므로 A와 B로 이루어진 계의 운동량은 보존된다.

사용할 공식

속도: $v = \Delta x/\Delta t$
운동량 보존: $m_A v_A + m_B v_B = m_A v'_A + m_B v'_B$
운동에너지: K=12mv^2
충돌하는 동안 두 물체가 서로 주고받는 힘은 작용·반작용 관계이므로 충격량의 크기는 서로 같다.

계산 과정

1. A의 속도는 충돌 전 $(4-0)/(2-0) = 2m/s$, 충돌 후 $(6-4)/(4-2) = 1m/s$이다.
2. B의 속도는 충돌 전 $(4-6)/(2-0) = -1m/s$, 충돌 후 $(10-4)/(4-2) = 3m/s$이다.
3. 운동량 보존식에 대입하면 $2m_A - m_B = m_A + 3m_B$이므로 $m_A = 4m_B$이다.
4. $m_B = m$으로 두면 충돌 전 총 운동에너지는 12(4m)(2^2)+12m(-1)^2=(17)/(2)m이고, 충돌 후에는 12(4m)(1^2)+12m(3^2)=(13)/(2)m이다. 두 값이 다르므로 운동에너지는 보존되지 않는다.

선지 판단

ㄱ. O — A가 받은 충격량과 B가 받은 충격량은 방향이 반대이고 크기는 같다.
ㄴ. O — 운동량 보존식에서 $m_A = 4m_B$가 나온다.
ㄷ. X — 충돌 전후 총 운동에너지는 각각 $\frac{17}{2}m$, $\frac{13}{2}m$이므로 동일하지 않다. 올바르게는 ‘A와 B의 운동에너지의 총합은 충돌 후 감소한다’이다.
① O — 옳은 ㄱ, ㄴ만 고른 조합이다.
② X — ㄷ을 포함한 것이 틀렸다. 올바른 조합은 ㄱ, ㄴ이다.
③ X — ㄱ을 제외하고 ㄷ을 포함한 것이 틀렸다. 올바른 조합은 ㄱ, ㄴ이다.
④ X — ㄷ까지 옳다고 한 것이 틀렸다. 올바른 조합은 ㄱ, ㄴ이다.

오답 포인트

그래프의 세로축은 위치이므로 점의 높이가 아니라 선분의 기울기로 속도를 구해야 한다. 또 외력이 없으면 총운동량은 보존되지만, 총운동에너지는 모든 충돌에서 자동으로 보존되는 것이 아니다. 이 문항에서는 충돌 전후 값을 직접 비교하면 ㄷ이 틀린다.

다시 나오면 이렇게 판단

위치-시간 그래프에서는 먼저 각 구간의 기울기로 부호를 포함한 속도를 구한 뒤, 운동량 보존으로 질량 관계를 찾고 운동에너지는 별도로 계산해 보존 여부를 판단한다.

NoteBase

암기 포인트

위치-시간 그래프의 기울기는 속도이며, 충돌에서 두 물체의 충격량은 크기가 같고 방향은 반대이다. 운동량 보존과 운동에너지 보존은 구분한다.

NoteBase

문 5. 0°C에서 저항이 20Ω일 때, 온도를 100°C로 해주면 저항은 얼마가 되는가?(단, 비저항 온도계수 $\alpha = 3.0 \times 10^{-3}$이다.)

① 13Ω

② 26Ω

③ 39Ω

④ 52Ω

정답 2번

출제 포인트

저항의 온도계수를 이용하여 온도 변화에 따른 저항값을 계산하는 문제이다.

조건 정리

초기 온도: $T_0 = 0\,^\circ\mathrm{C}$
초기 저항: $R_0 = 20\Omega$
최종 온도: $T = 100\,^\circ\mathrm{C}$
비저항 온도계수: α=3.0×10^-3 ^C^-1
온도 변화: $\Delta T = T - T_0 = 100\,^\circ\mathrm{C}$

사용할 공식

$R = R_0(1 + \alpha\Delta T)$
온도계수가 주어지고 기준 온도에서의 저항을 알 때, 온도 변화 범위에서 저항이 선형적으로 변한다고 보고 이 식을 사용한다.

계산 과정

온도에 따른 저항 증가율은
$\alpha\Delta T = (3.0 \times 10^{-3}) \times 100 = 0.3$
이다. 따라서
$R = 20(1 + 0.3) = 20 \times 1.3 = 26\Omega$
가 된다.

NoteBase

선지 판단

① X — 13Ω은 계산 결과 26Ω과 다르다. 올바르게는 26Ω이다.
② O — $R = 20(1 + 0.3) = 26\Omega$이므로 계산 결과와 일치한다.
③ X — 39Ω은 계산 결과와 다르다. 온도계수에 의한 증가는 원래 저항의 30%이므로 올바르게는 26Ω이다.
④ X — 52Ω은 계산 결과의 두 배로, 저항을 한 번 더 배로 처리한 값이다. 올바르게는 26Ω이다.

오답 포인트

$\alpha\Delta T = 0.3$은 최종 저항값이 아니라 초기 저항에 대한 증가율이다. 따라서 20Ω에 0.3을 곱한 6Ω을 증가분으로 구한 뒤 초기 저항에 더해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

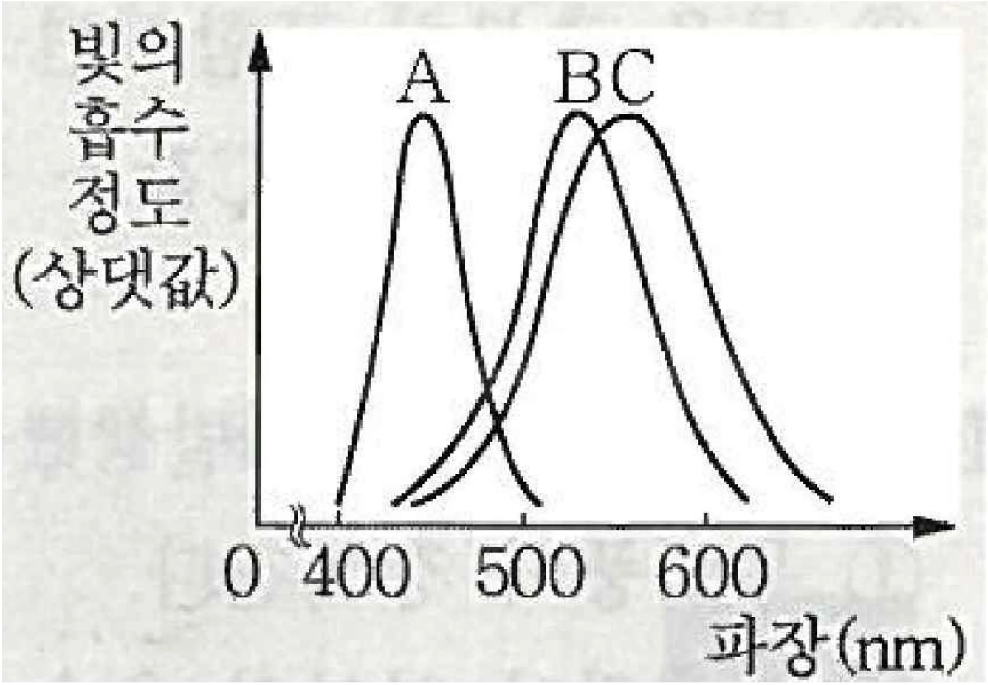
기준 온도와 최종 온도의 차이 ΔT를 먼저 구하고, $R = R_0(1 + \alpha\Delta T)$에 대입한 뒤 양의 온도계수에서 저항이 증가했는지 검산한다.

암기 포인트

양의 온도계수에서는 온도가 오르면 저항이 증가하며, 증가율은 $\alpha\Delta T$이다.

NoteBase

문 6. 그래프는 색을 감지하는 사람의 원뿔 세포 A, B, C가 파장에 따라 빛을 흡수하는 정도를 나타낸 것이다. 이에 대한 설명으로 옳은 것을 <보기>에서 모두 고른 것은?



<보기>

ㄱ. 백색광에는 A와 B만 강하게 반응한다.

ㄴ. A, B, C는 각각 청색, 녹색, 황색 원뿔 세포이다.

ㄷ. 적외선이 눈에 들어오면 A, B, C 모두 반응하지 않는다.

① ㄱ

② ㄱ, ㄴ

③ ㄴ, ㄷ

④ ㄷ

정답 4번

출제 포인트

그래프에서 A, B, C의 최대 흡수 파장이 짧은 쪽부터 긴 쪽으로 배열되어 있음을 읽고, 이를 청색·녹색·적색 원뿔 세포와 대응시키는 문제이다.

NoteBase

선지별 해설

① X
- ㄱ이 틀렸으므로 옳은 설명의 조합이 아니다. 백색광은 가시광선의 여러 파장을 포함하므로 A와 B만이 아니라 A, B, C가 모두 반응한다. 틀린 표현 ‘A와 B만 강하게 반응한다’는 ‘A, B, C가 모두 반응한다’로 고쳐야 한다.

② X
- ㄱ과 ㄴ이 모두 틀렸으므로 옳은 설명의 조합이 아니다. ㄱ은 백색광에 A, B, C가 모두 반응하는 것으로 고쳐야 한다. 또한 최대 흡수 파장이 짧은 순서가 A, B, C이므로 각각 청색, 녹색, 적색 원뿔 세포이다. ㄴ의 ‘황색 원뿔 세포’는 ‘적색 원뿔 세포’로 고쳐야 한다.

③ X
- ㄷ은 맞지만 ㄴ이 틀렸으므로 옳은 설명을 모두 고른 조합이 아니다. A, B, C는 각각 청색, 녹색, 적색 원뿔 세포이므로 ㄴ의 ‘황색’은 ‘적색’으로 고쳐야 한다.

④ O
- ㄷ만 옳다. 적외선은 가시광선보다 파장이 길어 그래프에 나타난 A, B, C의 흡수 영역을 벗어나므로 세 원뿔 세포 모두 반응하지 않는다.

오답 포인트

C의 최대 흡수 파장이 황색 부근에 가까워 보인다는 이유로 C를 황색 원뿔 세포라고 판단하기 쉽다. 사람의 세 원뿔 세포는 청색·녹색·적색 원뿔 세포로 구분하며, 각 세포가 흡수하는 파장 범위는 서로 넓게 겹친다.

다시 나오면 이렇게 판단

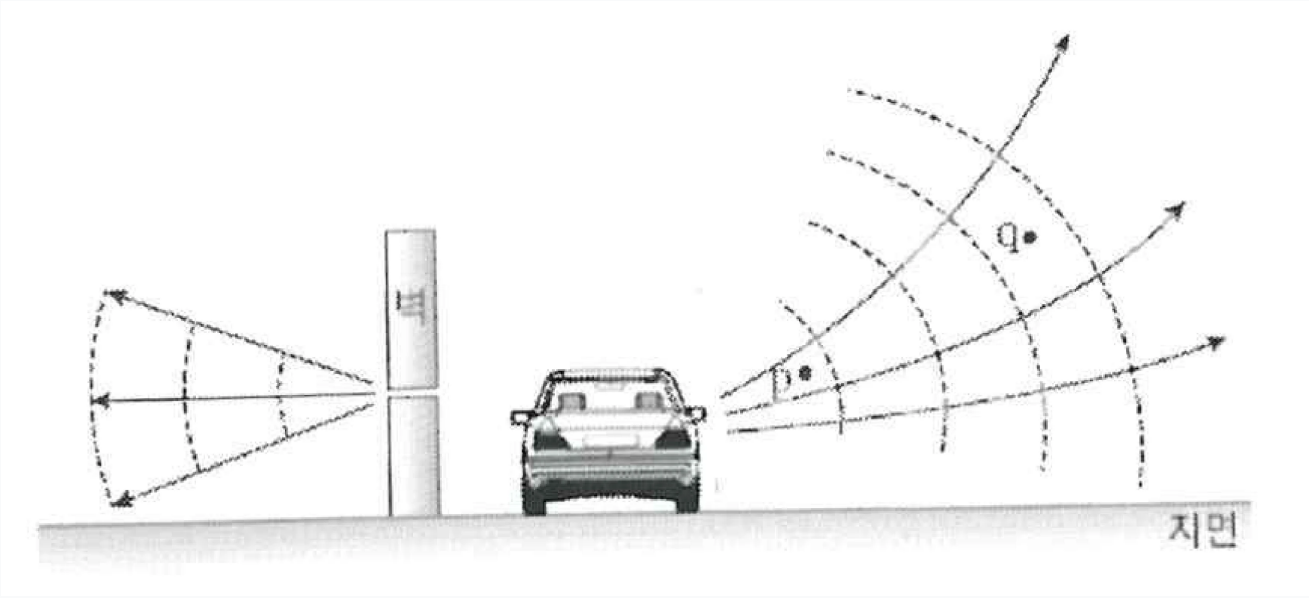
흡수 곡선의 최대점이 놓인 파장을 짧은 쪽부터 비교하여 청색·녹색·적색 원뿔 세포에 대응시킨다. 이어서 백색광은 가시광선의 여러 파장을 포함하고, 적외선은 가시광선보다 파장이 길다는 점으로 각 진술을 판단한다.

암기 포인트

원뿔 세포의 파장 순서는 청색(A) → 녹색(B) → 적색(C)이며, 황색 원뿔 세포는 없다.

NoteBase

문 7. 그림은 자동차에서 발생한 진동수가 f인 경적 소리의 파면을 진행 방향으로 나타낸 것이다. 경적 소리는 벽의 작은 틈을 통해 전파되고 있으며, 자동차로부터 멀어질수록 지면으로부터 위쪽 방향으로 휘어져 진행한다. 이에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?



① 벽의 작은 틈에서 소리는 회절한다.

② f가 감소할수록 회절이 더 잘 된다.

③ 지면에서 높아질수록 공기의 온도는 높다.

④ 소리의 속력은 p에서가 q에서보다 빠르다.

정답 3번

출제 포인트

작은 틈을 지난 소리의 회절과, 높이에 따라 음속이 달라질 때 소리의 진행 경로가 휘는 굴절을 함께 판단하는 문제이다. 그림에서 소리가 위쪽으로 휘므로 위쪽 공기일수록 음속이 느리다.

NoteBase

선지별 해설

① O — 소리는 파동이므로 벽의 작은 틈을 통과한 뒤 뒤쪽으로 퍼지는 회절이 일어난다. 그림의 틈 뒤에서 파면이 퍼지는 모습과 일치한다.
② O — 같은 매질에서 파장은 $\lambda = v/f$이므로 진동수 f가 감소하면 파장이 길어진다. 틈의 크기에 비해 파장이 길수록 회절이 더 뚜렷해진다.
③ X — '지면에서 높아질수록 공기의 온도는 높다'가 틀렸다. 음파는 음속이 느린 쪽으로 휘며, 그림에서는 위쪽으로 휘므로 위쪽의 음속이 더 느리다. 공기 중 음속은 온도가 높을수록 빠르므로, 올바르게는 지면에서 높아질수록 공기의 온도가 낮다.
④ O — p는 q보다 낮은 곳에 있고, 그림의 굴절 방향으로 보아 낮은 곳일수록 공기의 온도와 음속이 더 크다. 따라서 소리의 속력은 p에서가 q에서보다 빠르다.

오답 포인트

소리의 경로가 위로 휜다는 사실을 '위쪽에서 더 빠르다'로 거꾸로 해석하기 쉽다. 파동은 속력이 느린 쪽으로 굴절하므로, 위로 휜 경로는 위쪽의 음속과 온도가 더 낮다는 뜻이다.

다시 나오면 이렇게 판단

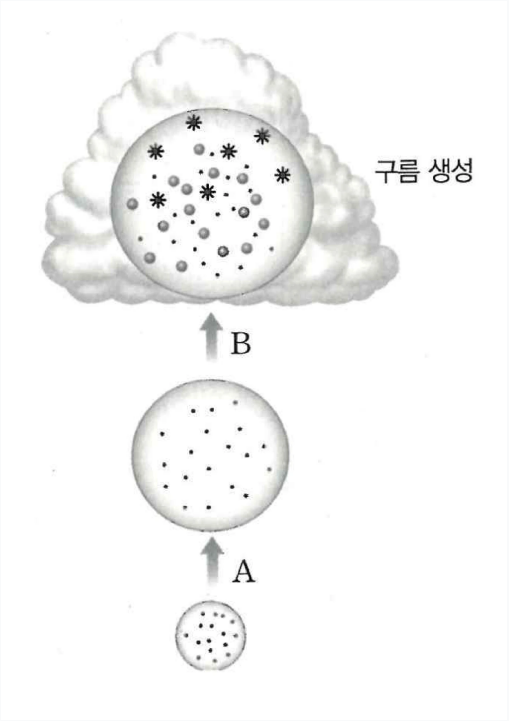
먼저 소리의 경로가 어느 쪽으로 휘는지 확인한다. 휘어지는 쪽의 음속이 더 느리고, 공기 중에서는 음속이 느린 쪽의 온도가 더 낮다. 회절은 $\lambda = v/f$에서 진동수가 작아져 파장이 길어질수록 잘 나타난다.

암기 포인트

소리는 느린 쪽으로 굴절하고, 저주파일수록 파장이 길어 회절이 잘 된다.

NoteBase

문 8. 그림은 공기 덩어리가 상승하면서 구름이 생성되는 원리를 나타낸 것이다. 과정 A에서는 공기 덩어리가 단열 팽창하고 과정 B에서는 수증기의 응결이 일어난다. 이에 대한 설명으로 옳은 것을 <보기>에서 모두 고른 것은?



<보기>

ㄱ. A에서 공기 덩어리의 온도는 낮아진다.

ㄴ. A에서 공기 덩어리는 외부로부터 일을 받는다.

ㄷ. B에서 응결되는 수증기는 외부로부터 열을 흡수한다.

① ㄱ

② ㄱ, ㄴ

③ ㄷ

④ ㄴ, ㄷ

정답 1번

출제 포인트

공기 덩어리의 단열 팽창에서 온도와 일의 방향이 어떻게 변하는지, 수증기가 응결할 때 열을 방출하는지를 판단하는 문제이다.

NoteBase

기출OX 해설집 · 공무원/해경/일반직 9급 · 물리 · 2017 · 1차

핵심 개념

단열 팽창: 외부와 열을 주고받지 않은 채 공기 덩어리가 팽창하여 외부에 일을 하는 과정이다. 내부 에너지가 감소하므로 온도가 낮아진다.
응결: 기체 상태의 수증기가 액체 상태의 물방울로 변하는 과정이다. 이때 수증기는 잠열을 외부로 방출한다.

선지별 해설

① O — ㄱ만 옳다. A에서 공기 덩어리는 단열 팽창하면서 외부에 일을 하므로 내부 에너지가 감소하고 온도가 낮아진다.
② X — ㄴ의 '외부로부터 일을 받는다'가 틀렸다. A에서는 팽창하는 공기 덩어리가 외부에 일을 하므로, 옳게 고치면 '공기 덩어리는 외부에 일을 한다'이다. 따라서 ㄱ과 ㄴ을 함께 고른 이 선지는 옳지 않다.
③ X — ㄷ의 '외부로부터 열을 흡수한다'가 틀렸다. B의 응결 과정에서는 수증기가 잠열을 외부로 방출한다. 따라서 ㄷ만 고른 이 선지는 옳지 않다.
④ X — ㄴ과 ㄷ이 모두 틀렸다. A에서는 공기 덩어리가 외부에 일을 하고, B에서는 응결하는 수증기가 잠열을 외부로 방출한다.

오답 포인트

팽창을 '외부가 공기 덩어리에 일을 하는 과정'으로 뒤집거나, 응결을 기화와 혼동하여 열을 흡수한다고 판단하기 쉽다. 팽창하는 기체는 외부에 일을 하며, 응결은 열을 방출한다.

다시 나오면 이렇게 판단

단열 과정에서는 열 출입이 없으므로 일의 방향부터 본다. 공기 덩어리가 팽창하면 외부에 일을 하여 온도가 낮아지고, 수증기가 응결하면 잠열을 외부로 방출한다.

암기 포인트

단열 팽창은 외부에 일·온도 하강, 응결은 잠열 방출이다.

NoteBase

문 9. 다음 중 빛을 이용한 정보의 저장매체가 아닌 것은?

① Flash Memory

② Compact Disc

③ Digital Versatile Disc

④ Blu-ray Disc

정답 1번

출제 포인트

이 문제는 반도체에 전하를 저장하는 전기적 저장매체와 레이저 빛으로 정보를 읽는 광학 저장매체를 구별하는 문제이다.

핵심 개념

플래시 메모리: 반도체 메모리 셀에 전하를 저장하고 전기적으로 정보를 읽고 쓰는 저장매체이다.
광디스크: 디스크 표면의 미세한 구조나 기록 상태의 차이를 레이저 빛의 반사 특성으로 판독하는 저장매체이다. CD, DVD, Blu-ray Disc가 이에 해당한다.

선지별 해설

① O — Flash Memory는 반도체 소자에 전하를 저장하고 전기적으로 정보를 읽고 쓰므로 빛을 이용한 저장매체가 아니다.
② X — Compact Disc를 빛을 이용하지 않는 저장매체로 보는 것은 틀리다. 올바르게는 레이저 빛으로 디스크의 정보를 판독하는 광학 저장매체이다.
③ X — Digital Versatile Disc를 빛을 이용하지 않는 저장매체로 보는 것은 틀리다. 올바르게는 레이저 빛으로 정보를 판독하는 광학 저장매체이다.
④ X — Blu-ray Disc를 빛을 이용하지 않는 저장매체로 보는 것은 틀리다. 올바르게는 청자색 레이저를 이용해 정보를 판독하는 광학 저장매체이다.

오답 포인트

네 선지가 모두 디지털 정보를 저장하므로 저장 원리까지 같다고 혼동하기 쉽다. 디지털 여부가 아니라 정보를 기록·판독할 때 반도체의 전하를 이용하는지, 레이저 빛을 이용하는지를 구분해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

매체 이름보다 판독 원리를 확인한다. CD·DVD·Blu-ray Disc처럼 디스크를 레이저로 읽으면 광학 저장매체이고, 플래시 메모리처럼 반도체 셀의 전하 상태를 전기적으로 읽으면 비광학 저장매체이다.

NoteBase

암기 포인트

CD·DVD·Blu-ray는 레이저, Flash Memory는 반도체 전하이다.

NoteBase

문 10. 다음은 광전 효과에 대해 설명한 글의 일부이다. (가)~(다)에 들어갈 내용으로 옳은 것은?

금속에 특정 진동수 이상의 진동수를 가진 빛을 쪼이면 금속으로부터 (가)가 튀어나오는 현상을 광전 효과라고 한다. 아인슈타인은 “빛은 (나)에 비례하는 에너지를 갖는 (다)라고 하는 입자들의 흐름이다.”라는 광양자설로 광전 효과를 설명하였다. 광양자설에 의하면 금속으로부터 튀어나온 (가)의 운동 에너지는 (나)(이)가 큰 빛을 쪼일 때 더 커진다.

① (가): 중성자, (나): 파장, (다): 광자

② (가): 전자, (나): 세기, (다): 쿼크

③ (가): 양성자, (나): 세기, (다): 쿼크

④ (가): 전자, (나): 진동수, (다): 광자

정답 4번

출제 포인트

광전 효과에서 금속 밖으로 방출되는 입자와 광자의 에너지를 결정하는 물리량을 묻는 문제이다.

핵심 개념

광전 효과: 문턱 진동수 이상의 빛을 금속에 비출 때 금속 표면에서 전자가 방출되는 현상이다.
광자: 빛의 에너지 양자로, 광자 하나의 에너지는 $E = hf$이다. 따라서 진동수 f가 클수록 광자 하나의 에너지가 커지고, 방출 전자의 최대 운동 에너지도 커진다.
빛의 세기는 주로 입사하는 광자의 수와 관련되므로 문턱 진동수 이상에서 방출되는 전자의 수에는 영향을 주지만, 방출 전자 한 개의 최대 운동 에너지를 결정하는 물리량은 진동수이다.

선지별 해설

① X — (다)의 광자는 맞지만, (가)의 ‘중성자’와 (나)의 ‘파장’이 틀렸다. 금속에서 튀어나오는 입자는 전자이며, 광자 에너지에 비례하는 물리량은 진동수이다. 따라서 ‘(가): 전자, (나): 진동수, (다): 광자’로 고쳐야 한다.
② X — (가)의 전자는 맞지만, (나)의 ‘세기’와 (다)의 ‘쿼크’가 틀렸다. 빛은 진동수에 비례하는 에너지를 가진 광자의 흐름이므로 ‘(가): 전자, (나): 진동수, (다): 광자’가 옳다.
③ X — ‘양성자, 세기, 쿼크’가 모두 틀렸다. 광전 효과에서 방출되는 입자는 전자이고, 빛의 에너지 양자는 광자이며 그 에너지는 진동수에 비례한다. 따라서 ‘(가): 전자, (나): 진동수, (다): 광자’로 고쳐야 한다.
④ O — 광전 효과에서는 전자가 방출되고, 빛은 진동수에 비례하는 에너지를 가진 광자의 흐름으로 설명된다. 또한 $K_{max} = hf - W$이므로 진동수가 클수록 방출 전자의 최대 운동 에너지가 커진다.

NoteBase

오답 포인트

빛의 세기와 진동수의 역할을 바꾸어 생각하기 쉽다. 세기는 주로 방출 전자의 수와 광전류의 크기에 관련되고, 진동수는 광자 한 개의 에너지와 방출 전자의 최대 운동 에너지에 관련된다. 또한 광자는 빛의 에너지 양자이고, 쿼크는 양성자와 중성자 등을 이루는 기본 입자이므로 서로 바꿀 수 없다.

다시 나오면 이렇게 판단

광전 효과 문항에서는 먼저 '방출 입자=전자'를 확인하고, 이어서 $E = hf$에서 '진동수=광자 한 개의 에너지'를 연결한다. 세기가 커질 때에는 방출 전자의 수가 주로 증가하고, 진동수가 커질 때에는 전자의 최대 운동 에너지가 증가한다고 구분한다.

암기 포인트

광전 효과는 '전자 방출, 빛은 광자, 에너지는 진동수에 비례'로 정리된다.

NoteBase

문 11. 전류가 흐를 때 빛을 방출하는 다이오드를 발광다이오드(Light Emitting Diode)라고 한다. 다음 중 발광다이오드에 대한 설명이 아닌 것은?

① p-n 접합 다이오드에 순방향으로 전류가 흐를 때 전도띠의 바닥에 있던 전자가 원자가띠의 꼭대기에 있는 양공으로 떨어지면 그 사이 띠틈에 해당하는 만큼의 에너지가 빛으로 방출된다.

② LED를 제작하는 반도체의 재질에 따라 띠틈의 에너지가 변화하며, 이를 이용하여 방출하는 빛의 색깔을 바꿀 수 있다.

③ LED는 전력 손실이 작은 장점 이외에도 수명이 길고 크기가 작으며 가벼워서 각종 영상 표시 장치, 조명 장치, 레이저 등의 제작에 사용되고 있다.

④ 이미터(E), 베이스(B), 컬렉터(C)라고 부르는 세 개의 단자로 되어 있다.

정답 4번

출제 포인트

발광다이오드의 발광 원리와 구조를 트랜지스터의 구조와 구별하는 문제이다.

핵심 개념

발광다이오드(LED)는 순방향 전압을 가한 p-n 접합에서 전자와 양공이 재결합할 때 에너지를 빛으로 방출하는 2단자 반도체 소자이다. 방출 광자의 에너지는 대체로 띠틈 에너지에 대응하므로 반도체 재료의 띠틈이 달라지면 빛의 파장과 색도 달라진다. 반면 이미터(E)·베이스(B)·컬렉터(C)는 접합형 트랜지스터의 세 단자이다.

선지별 해설

① O — 순방향 전류가 흐르면 전도띠의 전자와 원자가띠의 양공이 재결합하고, 띠틈에 해당하는 에너지가 광자로 방출된다.
② O — 반도체 재료에 따라 띠틈 에너지가 달라지므로 방출되는 빛의 파장, 즉 색을 조절할 수 있다.
③ O — LED는 전력 손실이 작고 수명이 길며 소형·경량이어서 표시 장치와 조명에 널리 쓰인다. 같은 반도체 접합의 발광 원리는 레이저 다이오드와 같은 반도체 광원에도 활용된다.
④ X — 틀린 표현은 '이미터(E), 베이스(B), 컬렉터(C)라고 부르는 세 개의 단자'이다. 이는 접합형 트랜지스터의 단자 명칭이다. 올바르게는 LED가 애노드와 캐소드의 두 단자로 이루어진 p-n 접합 다이오드이다.

오답 포인트

LED와 트랜지스터가 모두 반도체 접합 소자라는 점 때문에 ④의 단자 명칭을 LED의 구조로 혼동하기 쉽다. 이미터·베이스·컬렉터는 트랜지스터에만 해당하고, 다이오드의 기본 단자는 애노드·캐소드이다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

전자·양공의 재결합, 띠틈, 빛의 색은 LED의 핵심어로 판단한다. 이미터·베이스·컬렉터가 나오면 LED가 아니라 접합형 트랜지스터의 설명으로 판단한다.

암기 포인트

LED는 애노드·캐소드의 2단자, 접합형 트랜지스터는 이미터·베이스·컬렉터의 3단자이다.

NoteBase

문 12. 일정량의 기체에 5kcal의 열량을 가하였더니 기체가 팽창하면서 외부에 8,400J의 일을 하였다. 이때 기체의 내부 에너지 증가량은 몇 J인가?
(1kcal = 4,200J)

① 0
② 8,400
③ 12,600
④ 29,400

정답 3번

출제 포인트

열역학 제1법칙을 적용하여 기체가 받은 열량에서 기체가 외부에 한 일을 빼고 내부 에너지 증가량을 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 열량은 $Q = 5kcal$이고, 기체가 외부에 한 일은 $W = 8{,}400J$이다. 구해야 할 값은 내부 에너지 증가량 ΔU이다. 열량과 일을 모두 J 단위로 맞추며, 기체가 외부에 한 일은 내부 에너지에서 빠져나가는 에너지이므로 빼야 한다.

사용할 공식

열역학 제1법칙은 $\Delta U = Q - W$이다. 여기서 Q는 기체가 받은 열량이고 W는 기체가 외부에 한 일이다. 기체가 열을 받아 일부를 외부에 대한 일로 사용하고 나머지가 내부 에너지로 저장되므로 이 공식을 사용한다.

계산 과정

1. 열량을 환산하면 $Q = 5kcal \times 4{,}200J/kcal = 21{,}000J$이다.
2. 열역학 제1법칙에 대입하면 $\Delta U = 21{,}000J - 8{,}400J$이다.
3. 따라서 내부 에너지 증가량은 $\Delta U = 12{,}600J$이다.

선지 판단

① X — 0은 계산 결과와 다르다. 틀린 값 0 → 올바르게는 12,600J이다. 내부 에너지 변화가 0이 되려면 받은 열량과 외부에 한 일이 같아야 하지만, 이 문항에서는 21,000J와 8,400J로 서로 다르다.
② X — 8,400은 기체가 외부에 한 일의 값이지 내부 에너지 증가량이 아니다. 틀린 값 8,400 → 올바르게는 12,600J이다.
③ O — 21,000 − 8,400 = 12,600이므로 계산 결과와 일치한다.
④ X — 29,400은 받은 열량과 한 일을 더한 값이다. 틀린 값 29,400 → 올바르게는 일을 빼서 12,600J이다.

NoteBase

오답 포인트

핵심 함정은 $5kcal$를 $21{,}000J$로 환산하지 않거나, 기체가 외부에 한 일을 더하는 것이다. '기체가 외부에 일을 하였다'는 조건에서는 $\Delta U = Q - W$이므로 ④처럼 두 값을 더하지 않는다.

다시 나오면 이렇게 판단

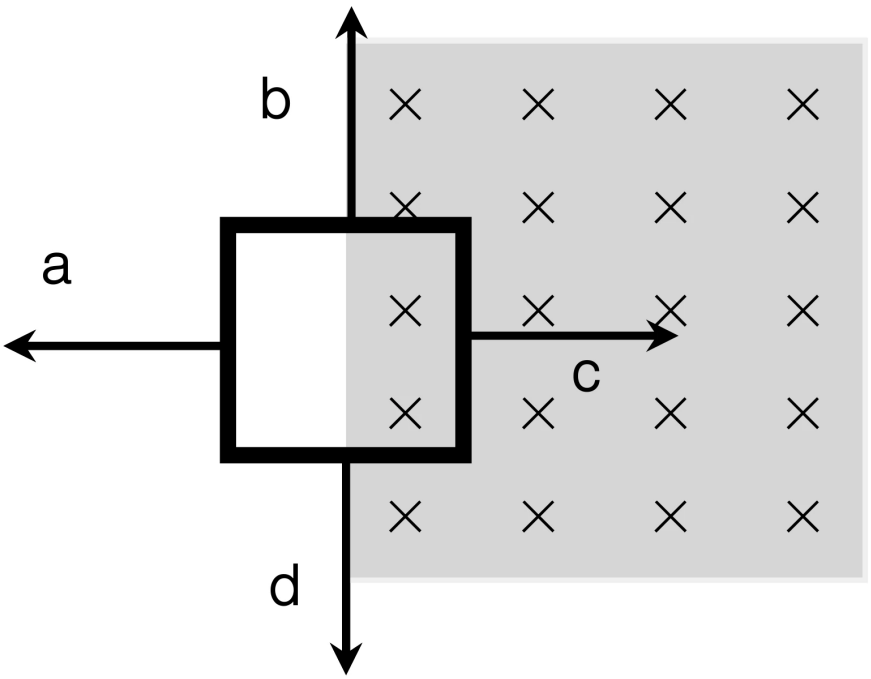
먼저 열량과 일의 단위를 통일하고, 일이 '기체가 한 일'인지 '기체에 가해진 일'인지 확인한다. 기체가 외부에 한 일이면 $\Delta U = Q - W$를 적용한 뒤 단위와 부호를 검산한다.

암기 포인트

받은 열 Q는 내부 에너지를 늘리고, 기체가 밖에 한 일 W는 내부 에너지를 줄인다: $\Delta U = Q - W$.

NoteBase

문 13. 그림과 같이 정사각형 도선이 균일한 자기장에 가만히 놓여 있다. 자기장의 방향은 정사각형 도선의 면에 수직으로 들어가는 방향이다.
정지해 있던 정사각형 도선을 v의 속력으로 움직이는 순간 도선에 생기는 유도 기전력에 대한 설명으로 옳은 것을 <보기>에서 모두 고른 것은?



<보기>

ㄱ. a와 c 방향으로 움직일 때 유도 기전력의 세기는 서로 같다.

ㄴ. a와 c 방향으로 움직일 때 유도 기전력의 방향은 서로 같다.

ㄷ. b와 d 방향으로 움직일 때 유도 기전력은 생기지 않는다.

① ㄱ

② ㄴ

③ ㄱ, ㄷ

④ ㄴ, ㄷ

정답 3번

출제 포인트

도선과 자기장 영역이 겹치는 면적의 변화로 자기 선속 $\Phi = BA$의 변화를 판단하는 문제이다. 수평으로 움직이면 겹치는 면적이 변하고, 수직으로 움직이면 겹치는 면적이 변하지 않는다.

NoteBase

선지별 해설

① X — ㄱ은 옳지만 ㄷ도 옳으므로 ㄱ만 고른 것은 틀리다. a와 c 방향에서는 자기장과 겹치는 면적이 같은 빠르기로 감소하거나 증가하므로 유도 기전력의 세기가 같다. 올바르게는 ㄱ, ㄷ을 골라야 한다.
② X — ㄴ은 틀리다. a 방향에서는 자기 선속이 감소하므로 이를 막기 위해 종이 안쪽 자기장을 만드는 시계 방향의 유도 기전력이 생기고, c 방향에서는 자기 선속이 증가하므로 종이 바깥쪽 자기장을 만드는 반시계 방향의 유도 기전력이 생긴다. 올바르게는 a와 c 방향의 유도 기전력 방향은 서로 반대이다.
③ O — ㄱ과 ㄷ이 모두 옳다. a와 c 방향에서는 자기장과 겹치는 면적의 변화율의 크기가 같아 유도 기전력의 세기가 같고, b와 d 방향에서는 자기장과 겹치는 면적이 변하지 않아 유도 기전력이 생기지 않는다.
④ X — ㄴ은 틀리고 ㄱ은 옳으므로 ㄴ, ㄷ을 고른 것은 틀리다. 올바르게는 ㄱ, ㄷ을 골라야 한다.

오답 포인트

a와 c에서 속력과 유도 기전력의 세기가 같다는 사실을 방향까지 같다는 뜻으로 혼동하기 쉽다. 두 운동은 자기 선속의 변화량의 크기는 같지만 변화 부호가 반대이므로 유도 기전력의 방향도 반대이다.

다시 나오면 이렇게 판단

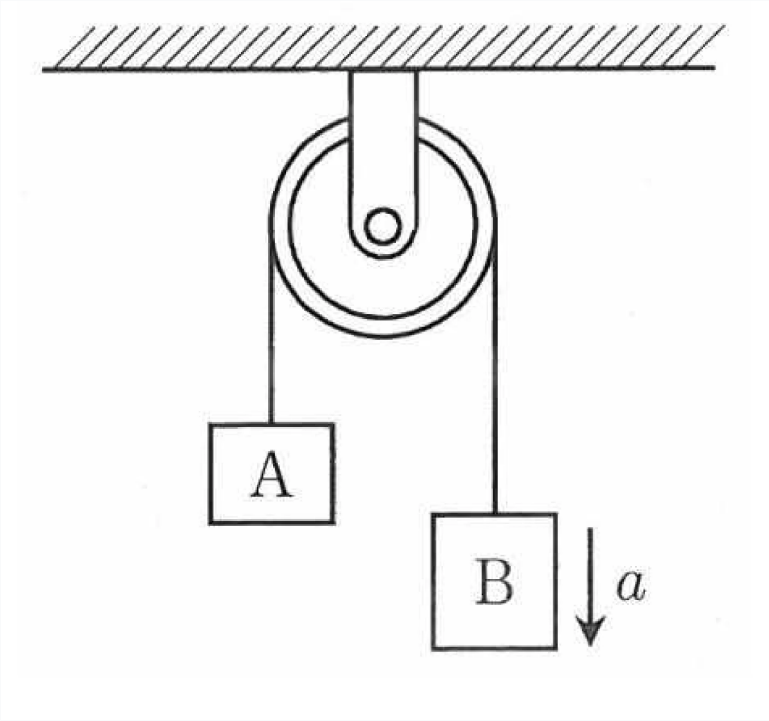
먼저 도선과 자기장 영역이 겹치는 면적이 변하는지 확인한다. 면적이 변하면 $|\mathcal{E}| = |d\Phi/dt|$로 세기를 판단하고, 렌츠 법칙으로 선속 변화에 반대되는 유도 자기장의 방향을 정한다.

암기 포인트

경계에 수직인 운동은 겹치는 면적을 바꾸어 유도 기전력을 만들고, 경계와 나란한 운동은 겹치는 면적을 바꾸지 않는다.

NoteBase

문 14. 그림과 같이 천장에 매달린 고정 도르래에 질량이 각각 m_1, m_2인 두 개의 벽돌 A, B가 늘어나지 않는 줄에 매달려 있다. 정지해있던 벽돌들을 가만히 놓았을 때 벽돌 B가 아래 방향으로 가속도 a로 내려가게 되었다. 벽돌 A의 질량 m_1은? (단, 줄과 도르래의 질량, 모든 마찰은 무시하며, 중력가속도는 g이다.)



① $\frac{g+a}{g-a}m_2$
② $\frac{g-a}{g+a}m_2$
③ $\frac{g+2a}{g-2a}m_2$
④ $\frac{g-2a}{g+2a}m_2$

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 두 물체에 각각 뉴턴의 운동 법칙을 적용하고, 질량과 마찰을 무시한 줄에서 장력의 크기가 같다는 조건을 이용해 m_1을 구하는 문제이다.

조건 정리

벽돌 B는 아래로 가속도 a로 운동하므로 벽돌 A는 같은 크기의 가속도 a로 위로 운동한다. 줄과 도르래의 질량 및 마찰을 무시하므로 줄의 양쪽 장력은 모두 T로 같다. 구해야 할 값은 벽돌 A의 질량 m_1이다.

NoteBase

사용할 공식

뉴턴의 운동 법칙은 $F_{\text{net}} = ma$이다. 각 벽돌의 운동 방향을 양의 방향으로 잡으면 A에는 $T - m_1 g = m_1 a$, B에는 $m_2 g - T = m_2 a$를 적용한다. 두 물체가 하나의 늘어나지 않는 줄에 연결되어 가속도의 크기가 같고, 이상적인 줄에서는 장력도 같기 때문에 두 식을 연립한다.

계산 과정

A에 대하여

$T - m_1 g = m_1 a \quad \Rightarrow \quad T = m_1(g + a)$

B에 대하여

$m_2 g - T = m_2 a \quad \Rightarrow \quad T = m_2(g - a)$

두 장력을 같게 놓으면

$m_1(g + a) = m_2(g - a)$

따라서

$m_1 = \frac{g - a}{g + a} m_2$

이다.

선지 판단

① X — $\frac{g + a}{g - a} m_2$는 정답의 분자와 분모를 뒤집은 식이다. 올바르게는 $\frac{g - a}{g + a} m_2$이다.

② O — 두 물체의 운동 방정식에서 얻은 장력을 같게 두면 $m_1 = \frac{g - a}{g + a} m_2$가 된다.

③ X — $\frac{g + 2a}{g - 2a} m_2$는 각 물체의 운동 방정식에 가속도 항을 두 번 반영한 잘못된 식이다. 올바르게는 $\frac{g - a}{g + a} m_2$이다.

④ X — $\frac{g - 2a}{g + 2a} m_2$는 가속도 항에 잘못하여 계수 2를 붙인 식이다. 올바르게는 $\frac{g - a}{g + a} m_2$이다.

오답 포인트

B가 아래로 내려갈 때 A는 위로 올라간다. 따라서 A의 식은 $T - m_1 g = m_1 a$, B의 식은 $m_2 g - T = m_2 a$이다. 두 식의 부호를 혼동하면 ①처럼 분자와 분모를 뒤집거나 ③·④처럼 가속도 항을 중복 반영하기 쉽다.

다시 나오면 이렇게 판단

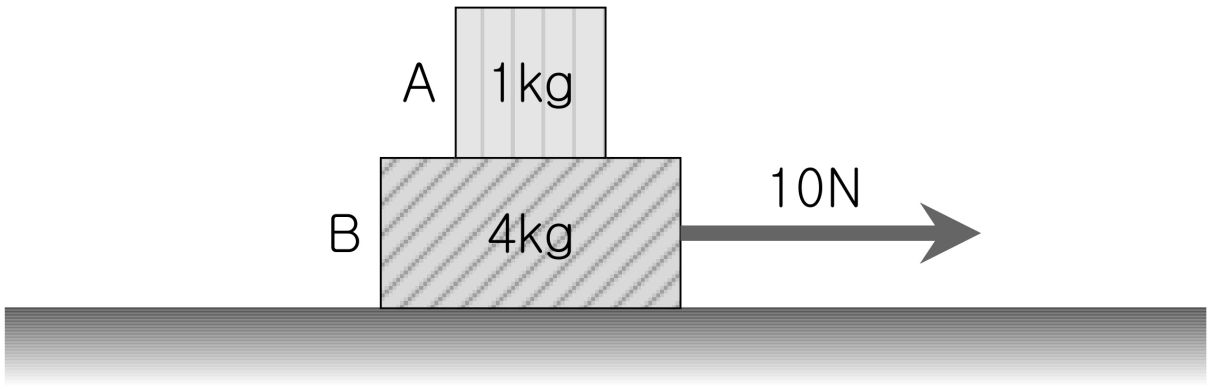
연결된 두 물체의 실제 운동 방향을 각각 양의 방향으로 잡고 두 운동 방정식을 세운 뒤, 이상적인 줄의 장력이 같다는 조건으로 연립한다. 마지막에는 B가 아래로 내려가므로 $m_2 > m_1$이어야 한다는 물리적 조건으로 결과를 검산한다.

암기 포인트

고정 도르래의 두 물체는 가속도의 크기가 같고, 이상적인 줄의 장력도 같다. 내려가는 쪽은 $mg - T = ma$, 올라가는 쪽은 $T - mg = ma$이다.

NoteBase

문 15. 그림은 수평면 위에 놓여 있는 질량 4kg인 물체 B위에 질량 1kg인 물체 A를 올려놓은 후, 물체 B에 10N의 힘을 오른쪽으로 작용한 모습을 나타낸 것이다. 물체 A가 미끄러지지 않고 물체 B와 한 덩어리로 함께 움직였을 때, 물체 A에 작용하는 마찰력의 방향과 크기는?(단, 물체 B와 수평면 사이의 마찰은 무시하고, 중력 가속도는 $10m/s^2$이다.)



① 방향: 왼쪽, 크기: 2N

② 방향: 왼쪽, 크기: 4N

③ 방향: 오른쪽, 크기: 2N

④ 방향: 오른쪽, 크기: 4N

정답 3번

출제 포인트

두 물체를 하나의 계로 보아 공통 가속도를 구한 뒤, 물체 A만 따로 보아 A를 가속하는 정지 마찰력의 방향과 크기를 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 물체 A의 질량은 $1kg$, 물체 B의 질량은 $4kg$, 외력은 오른쪽으로 $10N$이다.
구해야 할 값: 물체 A에 작용하는 마찰력의 방향과 크기이다.
주의할 조건: A와 B는 미끄러지지 않으므로 같은 가속도로 움직이고, B와 수평면 사이의 마찰은 무시한다.

사용할 공식

두 물체 전체에 대해 $F = (m_A + m_B)a$를 사용한다. A와 B가 한 덩어리로 움직이므로 질량을 합한 계에 뉴턴의 제2법칙을 적용할 수 있다.
물체 A에 대해서는 수평 방향 힘이 마찰력뿐이므로 $f_A = m_A a$를 사용한다.

NoteBase

계산 과정

1. 전체 질량은 $m_A + m_B = 1 + 4 = 5kg$이다.
2. 공통 가속도는 $a = \frac{F}{m_A + m_B} = \frac{10}{5} = 2m/s^2$ 이며 방향은 오른쪽이다.
3. 물체 A를 오른쪽으로 가속하는 수평력은 B가 A에 작용하는 정지 마찰력이다. 따라서 $f_A = m_A a = 1 \times 2 = 2N$ 이고 방향은 오른쪽이다.

선지 판단

① X — 크기 $2N$은 맞지만 방향이 왼쪽이라는 표현이 틀리다. 올바르게는 방향이 오른쪽이고 크기가 $2N$이다.
② X — 방향과 크기가 모두 틀리다. 올바르게는 방향이 오른쪽이고 크기가 $2N$이다. $4N$은 물체 B의 질량 $4kg$에 공통 가속도 $2m/s^2$를 단순히 대응시키는 등의 잘못된 계산에서 나온 값이며, A에 작용하는 마찰력은 A의 질량으로 구한다.
③ O — 물체 A의 수평 방향 알짜힘은 오른쪽 정지 마찰력이고, 그 크기는 $f_A = m_A a = 2N$이다.
④ X — 방향은 맞지만 크기 $4N$이 틀리다. 올바른 크기는 $2N$이다.

오답 포인트

마찰력은 언제나 운동 방향의 반대가 아니라 접촉면 사이의 상대 운동 또는 상대 운동 경향을 막는 방향으로 작용한다. B가 오른쪽으로 당겨질 때 A는 B에 비해 왼쪽으로 뒤처지려 하므로, A에 작용하는 정지 마찰력은 오른쪽이다. 또한 마찰력의 크기를 구할 때 전체 질량이나 B의 질량이 아니라 A의 질량을 $f_A = m_A a$에 대입해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

함께 움직이는 물체들은 먼저 전체를 하나의 계로 묶어 공통 가속도를 구한다. 그다음 마찰력을 묻는 물체만 분리하여 수평 방향 힘을 확인하고 $F = ma$를 적용한다.

암기 포인트

전체로 가속도를 구하고, 개별 물체로 마찰력을 구한다. 마찰력의 방향은 상대 운동 경향을 막는 방향이다.

NoteBase

문 16. 다음 A, B는 수소(H)의 핵융합과 우라늄(U)의 핵분열 과정을 나타낸 핵 반응식이다. ㉠의 중성자 수와 ㉡에 해당하는 입자로 옳은 것은?

A: ${}_1^1\mathrm{H} + {}_1^2\mathrm{H} \rightarrow (\text{¤}) + \gamma +$ 약 5.5MeV
B: ${}_{92}^{235}\mathrm{U} + (\text{¤}) \rightarrow {}_{92}^{236}\mathrm{U} \rightarrow {}_{36}^{92}\mathrm{Kr} + {}_{56}^{141}\mathrm{Ba} + 3{}_0^1\mathrm{n} +$ 약 200MeV

① ㉠의 중성자 수: 0, ㉡: ${}_1^1\mathrm{H}$

② ㉠의 중성자 수: 1, ㉡: ${}_0^1\mathrm{n}$

③ ㉠의 중성자 수: 2, ㉡: ${}_0^1\mathrm{n}$

④ ㉠의 중성자 수: 1, ㉡: ${}_{-1}^0\mathrm{e}$

정답 2번

출제 포인트

핵반응 전후에 질량수와 원자번호가 각각 보존된다는 원리를 이용하여 ㉠의 중성자 수와 ㉡의 입자를 찾는 문제이다.

조건 정리

핵종 기호 ${}_Z^A X$에서 A는 양성자와 중성자의 합인 질량수이고, Z는 양성자 수인 원자번호이다. 따라서 중성자 수는 $A - Z$이다. γ선은 질량수와 원자번호가 모두 0이므로 보존식의 합에 영향을 주지 않는다.

사용할 공식

핵반응에서는 반응 전후의 질량수 합과 원자번호 합이 각각 같다.
Σ A_반응물=Σ A_생성물, Σ Z_반응물=Σ Z_생성물
또한 중성자 수는 $N = A - Z$이다. 핵반응식에서 핵자의 총수와 전하량이 보존되므로 이 관계를 사용한다.

계산 과정

1. 반응 A에서 질량수 보존으로 ㉠의 질량수는 $1 + 2 = 3$, 원자번호 보존으로 원자번호는 $1 + 1 = 2$이다. 따라서 ㉠은 ${}_2^3\mathrm{He}$이고, 중성자 수는 $3 - 2 = 1$이다.
2. 반응 B에서 생성물의 질량수 합은 $92 + 141 + 3 \times 1 = 236$이다. ${}_{92}^{235}\mathrm{U}$에 더해지는 ㉡의 질량수는 $236 - 235 = 1$이다.
3. 생성물의 원자번호 합은 $36 + 56 = 92$이므로 ㉡의 원자번호는 $92 - 92 = 0$이다. 따라서 ㉡은 중성자 ${}_0^1\mathrm{n}$이다.

NoteBase

선지 판단

① X — ㉠의 중성자 수를 0이라고 한 부분과 ㉡을 ${}_{1}^{1}\mathrm{H}$라고 한 부분이 모두 틀렸다. 올바르게는 ㉠의 중성자 수가 1이고 ㉡은 ${}_{0}^{1}\mathrm{n}$이다.
② O — ㉠은 ${}_{2}^{3}\mathrm{He}$이므로 중성자 수가 1이고, ㉡은 질량수 1·원자번호 0인 ${}_{0}^{1}\mathrm{n}$이다.
③ X — ㉠의 중성자 수를 2라고 한 부분이 틀렸다. 올바르게는 ${}_{2}^{3}\mathrm{He}$의 중성자 수가 $3-2=1$이다. ㉡을 ${}_{0}^{1}\mathrm{n}$이라고 한 부분은 맞다.
④ X — ㉡을 ${}_{-1}^{0}\mathrm{e}$라고 한 부분이 틀렸다. 올바르게는 질량수 보존을 위해 질량수 1인 입자가 들어가야 하므로 ㉡은 ${}_{0}^{1}\mathrm{n}$이다. ㉠의 중성자 수를 1이라고 한 부분은 맞다.

오답 포인트

㉠의 질량수 3을 곧바로 중성자 수로 보는 것이 핵심 함정이다. 중성자 수는 질량수에서 원자번호를 뺀 $3-2=1$이다. 또한 ㉡은 원자번호만 맞추면 전자처럼 보일 수 있지만, 질량수까지 함께 보존하면 질량수 1·원자번호 0인 중성자임이 확정된다.

다시 나오면 이렇게 판단

핵반응식의 빈칸은 먼저 질량수의 위 첨자 합을 맞추고, 다음으로 원자번호의 아래 첨자 합을 맞춘다. 핵종의 중성자 수를 물으면 마지막에 $N=A-Z$를 적용한다.

암기 포인트

핵반응은 위 숫자와 아래 숫자를 각각 보존하며, 중성자 수는 질량수에서 원자번호를 뺀 값이다.

NoteBase

문 17. 다음 표의 A와 B는 동위원소 관계이고, B와 C는 질량수가 같을 때, (가)와 (나)의 합은?

중성 원자	A	B	C
양성자 수	18	(가)	19
중성자 수	20	22	(나)

① 39
② 40
③ 41
④ 42

정답 1번

출제 포인트

동위원소는 양성자 수가 같고, 질량수가 같은 원자는 양성자 수와 중성자 수의 합이 같다는 원리를 이용해 빈칸의 값을 구하는 문제이다.

조건 정리

A와 B는 동위원소 관계이므로 두 원자의 양성자 수가 같다. B와 C는 질량수가 같으므로 각각의 양성자 수와 중성자 수의 합이 같다. 구해야 할 값은 (가)+(나)이다.

사용할 공식

질량수는 다음과 같이 구한다.
질량수=양성자 수+중성자 수
동위원소는 양성자 수가 같고 중성자 수가 다른 원자이므로 A의 양성자 수를 이용해 B의 양성자 수를 정할 수 있다.

NoteBase

계산 과정

1. A와 B는 동위원소이므로 양성자 수가 같다. 따라서 (가)=18이다.
2. B의 질량수는 18 + 22 = 40이다.
3. B와 C의 질량수가 같으므로 C에서도 19+(나)=40이다. 따라서 (나)=21이다.
4. 두 값의 합은 18 + 21 = 39이다.

선지 판단

① O — 계산 결과 (가)+(나)=39이므로 맞는다.
② X — 40은 B의 질량수일 뿐, 두 빈칸의 합이 아니다. 틀린 값 40을 올바르게 고치면 (가)+(나)=39이다.
③ X — 41은 (가)=18, (나)=21을 합한 값과 다르다. 틀린 값 41을 올바르게 고치면 39이다.
④ X — 42는 (가)=18, (나)=21을 합한 값과 다르다. 틀린 값 42를 올바르게 고치면 39이다.

오답 포인트

B와 C의 질량수가 같다는 조건을 B와 C의 중성자 수가 같다는 뜻으로 해석하면 안 된다. 또한 B의 질량수 40을 그대로 답으로 고르는 것이 아니라, 빈칸 (가)와 (나)를 각각 구한 뒤 합해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

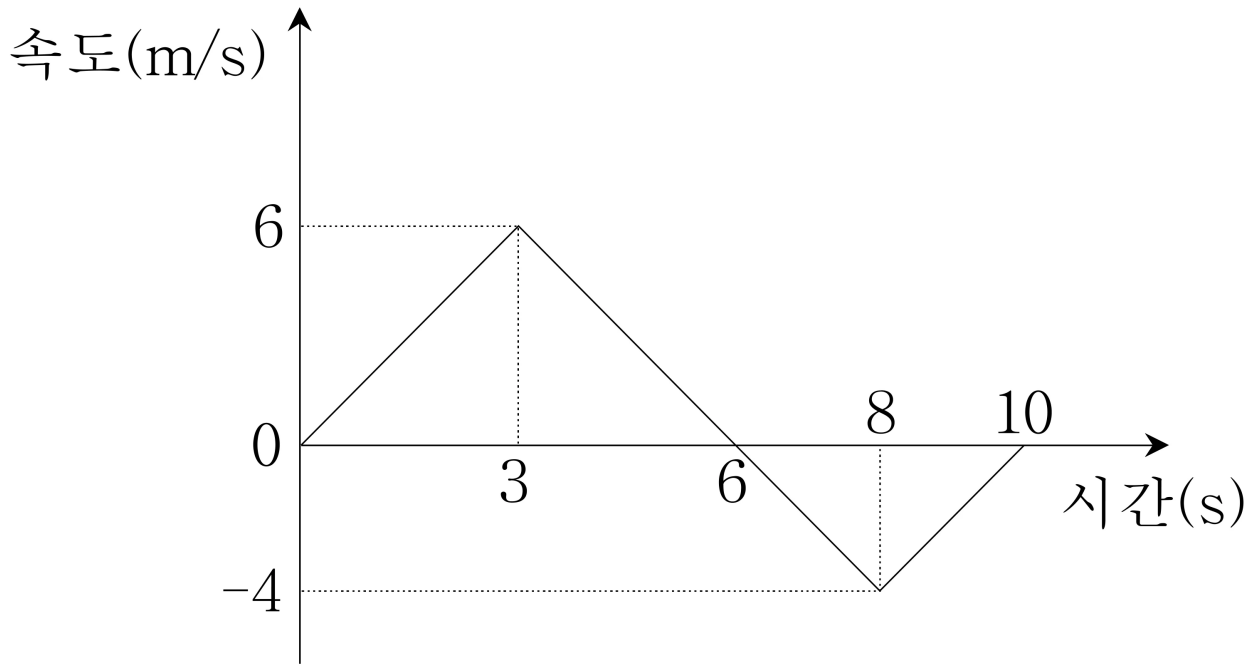
동위원소 관계에서는 먼저 양성자 수를 같게 두고, 질량수가 같다는 조건에서는 각 원자의 양성자 수와 중성자 수의 합을 같게 둔다. 그런 다음 문제에서 요구한 값이 질량수인지 빈칸의 합인지 마지막에 확인한다.

암기 포인트

동위원소는 양성자 수가 같고, 질량수는 양성자 수와 중성자 수의 합이다.

NoteBase

문 18. 그림은 직선 운동을 하는 어떤 물체의 속도를 시간에 따라 나타낸 것이다. 이 물체의 운동에 대한 설명으로 옳은 것을 <보기>에서 모두 고른 것은?



<보기>

ㄱ. 0 ~ 10초 동안 이동한 거리는 10m이다.

ㄴ. 0 ~ 10초 동안 평균속도의 크기는 1m/s이다.

ㄷ. 3 ~ 8초 동안의 평균가속도는 $-2m/s^2$이다.

① ㄱ

② ㄴ

③ ㄱ, ㄷ

④ ㄴ, ㄷ

정답 4번

출제 포인트

속도-시간 그래프의 넓이로 변위와 이동 거리를 구분하고, 두 시각의 속도로 평균가속도를 구하는 문제이다.

조건 정리

그래프에서 속도는 0초에 0, 3초에 $6m/s$, 6초에 0, 8초에 $-4m/s$, 10초에 0이다.

속도-시간 그래프의 부호 있는 넓이는 변위이고, 넓이의 절댓값을 모두 더한 값은 이동 거리이다.

NoteBase

사용할 공식

변위: $\Delta x = \int v dt$
이동 거리: $s = \int |v| dt$
평균속도: $\bar{v} = \frac{\Delta x}{\Delta t}$
평균가속도: $\bar{a} = \frac{v_2 - v_1}{t_2 - t_1}$
그래프가 직선으로 이루어져 있으므로 각 구간의 넓이는 삼각형의 넓이로 계산할 수 있다.

계산 과정

0~6초의 양의 넓이는 12×6 s×6 m/s=18 m이다. 6~10초의 음의 넓이의 크기는 12×4 s×4 m/s=8 m이다. 따라서 0~10초의 변위는 $18 - 8 = 10m$, 이동 거리는 $18 + 8 = 26m$이다. 평균속도의 크기는 $|10m|/10s = 1m/s$이다.
3초와 8초의 속도는 각각 $6m/s$, $-4m/s$이므로 3~8초의 평균가속도는 $\frac{-4-6}{8-3} = -2m/s^2$이다. 따라서 ㄱ은 거짓이고 ㄴ과 ㄷ은 참이다.

선지 판단

① X — ㄱ만 고른 선택지이다. ㄱ의 '이동한 거리는 $10m$'가 틀렸으며, 올바르게는 변위가 $10m$이고 이동 거리는 $26m$이다.
② X — ㄴ은 참이지만 ㄷ도 참이므로 ㄴ만 고른 것은 틀렸다. 올바른 조합은 ㄴ, ㄷ이다.
③ X — ㄱ은 거짓이고 ㄷ은 참이므로 ㄱ, ㄷ의 조합은 틀렸다. 올바른 조합은 ㄴ, ㄷ이다.
④ O — ㄴ의 평균속도 크기는 $1m/s$이고 ㄷ의 평균가속도는 $-2m/s^2$이므로 ㄴ, ㄷ을 고른 선택지가 옳다.

오답 포인트

ㄱ은 그래프의 부호 있는 넓이로 얻은 변위 $10m$를 이동 거리로 착각하게 한다. 속도가 음수인 6~10초 구간에서는 이동 거리에는 넓이의 크기 $8m$를 더하지만 변위에는 $-8m$로 더한다.

다시 나오면 이렇게 판단

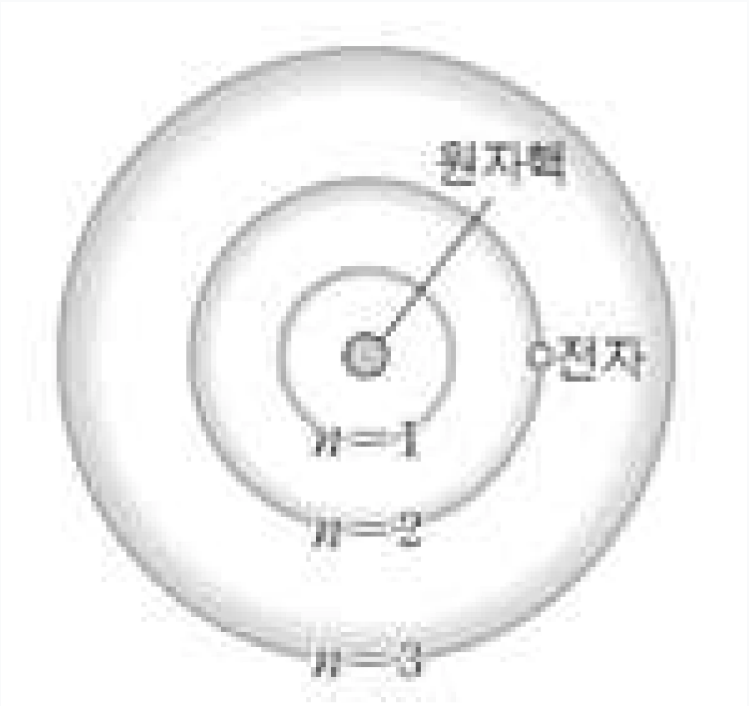
속도-시간 그래프에서는 변위는 부호 있는 넓이, 이동 거리는 넓이의 절댓값의 합으로 판단한다. 평균속도는 전체 변위를 전체 시간으로 나누고, 평균가속도는 구간 양 끝의 속도 변화량을 시간 간격으로 나눈다.

암기 포인트

속도-시간 그래프에서 넓이는 변위, 넓이의 절댓값 합은 이동 거리, 기울기는 가속도이다.

NoteBase

문 19. 그림은 보어의 수소 원자 모형을 나타낸 것이다. 이에 대해 옳게 말한 사람을 모두 고른 것은?



철수 : 원자핵과 전자 사이에는 쿨롱의 법칙을 따르는 힘이 작용해.
영희 : 전자가 $n = 1$인 궤도에 있을 때 전자의 에너지가 가장 커.
민수 : 전자가 $n = 3$에서 $n = 2$인 궤도로 전이할 때 원자가 빛을 흡수해.

① 철수
② 민수
③ 철수, 영희
④ 영희, 민수

정답 1번

출제 포인트

보어의 수소 원자 모형에서 원자핵과 전자 사이의 힘, 에너지 준위의 높고 낮음, 전자의 전이에 따른 빛의 방출·흡수를 판단하는 문제이다. 그림의 궤도는 주양자수 $n = 1, 2, 3$에 대응하며, n이 커질수록 전자의 에너지는 높아진다.

NoteBase

선지별 해설

① O — 철수만 옳다. 양전하를 띤 원자핵과 음전하를 띤 전자 사이에는 쿨롱의 법칙을 따르는 정전기적 인력이 작용한다.

② X — 민수의 '빛을 흡수해'가 틀렸다. 전자가 $n = 3$에서 $n = 2$로 전이하면 높은 에너지 준위에서 낮은 에너지 준위로 내려가므로 두 준위의 에너지 차이에 해당하는 빛을 방출한다. 따라서 민수는 옳지 않고, 옳은 사람은 철수이다.

③ X — 영희의 '에너지가 가장 커'가 틀렸다. 수소 원자의 에너지 준위는 $E_n = -13.6/n^2\text{eV}$이므로 $n = 1$에서 에너지가 가장 낮다. 따라서 영희를 제외하고 철수만 골라야 한다.

④ X — 영희와 민수 모두 옳지 않다. 영희의 말은 '$n = 1$일 때 전자의 에너지가 가장 낮다'로, 민수의 말은 '$n = 3$에서 $n = 2$로 전이할 때 원자가 빛을 방출한다'로 고쳐야 한다.

오답 포인트

'원자핵에 가까우면 에너지가 크다'고 생각하거나, 준위가 내려가는 전이를 빛의 흡수로 뒤바꾸기 쉽다. 보어 모형에서는 $n = 1$이 가장 낮은 에너지 준위이고, 높은 준위에서 낮은 준위로 내려갈 때에는 빛을 방출한다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 전이 전후의 n을 비교한다. n이 커지는 전이는 에너지 흡수, n이 작아지는 전이는 에너지 방출이다. 에너지의 대소는 값의 부호까지 보아야 하며, $E_1 = -13.6\text{eV}$가 가장 낮다.

암기 포인트

수소 원자에서는 n 증가 = 에너지 증가 · 빛 흡수, n 감소 = 에너지 감소 · 빛 방출이다.

NoteBase

문 20. 다음 표는 동일한 지진에 대해 관측소 A와 B의 지진 기록이다. 이에 대한 설명으로 옳은 것을 <보기>에서 모두 고른 것은?

관측소	지진파 도달 시각		진도
	P파	S파	
A	21시 58분 27초	21시 58분 47초	3.0
B	21시 58분 17초	21시 58분 29초	4.0

<보기>

ㄱ. PS시는 A가 B보다 짧다.

ㄴ. 지진의 규모는 A와 B에서 같다.

ㄷ. 진원까지의 거리는 A가 B보다 멀다.

ㄹ. 지표면이 흔들린 정도는 A가 B보다 크다.

① ㄱ, ㄴ

② ㄱ, ㄹ

③ ㄴ, ㄷ

④ ㄷ, ㄹ

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 표에서 P파와 S파의 도달 시각 차이인 PS시와 진도를 읽고, 진원 거리·규모·진도의 의미를 구분하는 문제이다.

자료 읽는 순서

1. 관측소별로 S파 도달 시각에서 P파 도달 시각을 빼서 PS시를 비교한다.
2. 동일한 지진의 규모는 관측소가 달라도 같다는 점을 적용한다.
3. 표에 제시된 진도를 비교하여 각 관측소에서 지표면이 흔들린 정도를 판단한다.

NoteBase

핵심 근거

A의 PS시는 21시 58분 47초에서 21시 58분 27초를 뺀 20초이고, B의 PS시는 21시 58분 29초에서 21시 58분 17초를 뺀 12초이다. PS시가 길수록 진원까지의 거리가 멀므로 A가 B보다 진원에서 멀다. 두 관측소가 기록한 지진은 동일한 지진이므로 지진 자체의 규모는 같고, 진도는 A가 3.0, B가 4.0이므로 흔들림은 A에서 더 작다. 따라서 ㄴ과 ㄷ만 옳다.

선지별 해설

① X — ㄱ은 틀리고 ㄴ은 옳다. 표의 도달 시각으로 구한 PS시는 A가 20초, B가 12초이므로 A가 더 길다. ‘ㄱ, ㄴ’이 아니라 올바른 조합은 ‘ㄴ, ㄷ’이다.
② X — ㄱ과 ㄹ이 모두 틀리다. A의 PS시는 B보다 길고, 진도는 A의 3.0이 B의 4.0보다 작으므로 A의 흔들림도 더 작다. ‘ㄱ, ㄹ’이 아니라 올바른 조합은 ‘ㄴ, ㄷ’이다.
③ O — ㄴ은 동일한 지진의 규모가 관측소에 따라 달라지지 않으므로 옳다. ㄷ도 A의 PS시 20초가 B의 12초보다 길어 A가 진원에서 더 멀므로 옳다.
④ X — ㄷ은 옳지만 ㄹ은 틀리다. 표의 진도는 A가 3.0, B가 4.0이므로 지표면이 흔들린 정도는 A가 B보다 작다. ‘ㄷ, ㄹ’이 아니라 올바른 조합은 ‘ㄴ, ㄷ’이다.

오답 포인트

PS시를 P파나 S파의 도달 시각 자체로 비교하거나, 규모와 진도를 같은 양으로 보는 것이 함정이다. PS시는 두 파의 도달 시각 차이이고, 규모는 지진 자체의 크기이며, 진도는 관측 지점에서 느껴지는 흔들림의 정도이다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 각 관측소의 ‘S파 도달 시각 − P파 도달 시각’을 구한다. PS시가 큰 관측소를 진원에서 더 먼 곳으로 판단하고, 동일한 지진이면 규모는 같게, 지점별 진도는 표의 값대로 따로 판단한다.

암기 포인트

PS시가 길수록 진원은 멀고, 규모는 지진 하나의 값이며, 진도는 관측소마다 달라진다.

NoteBase