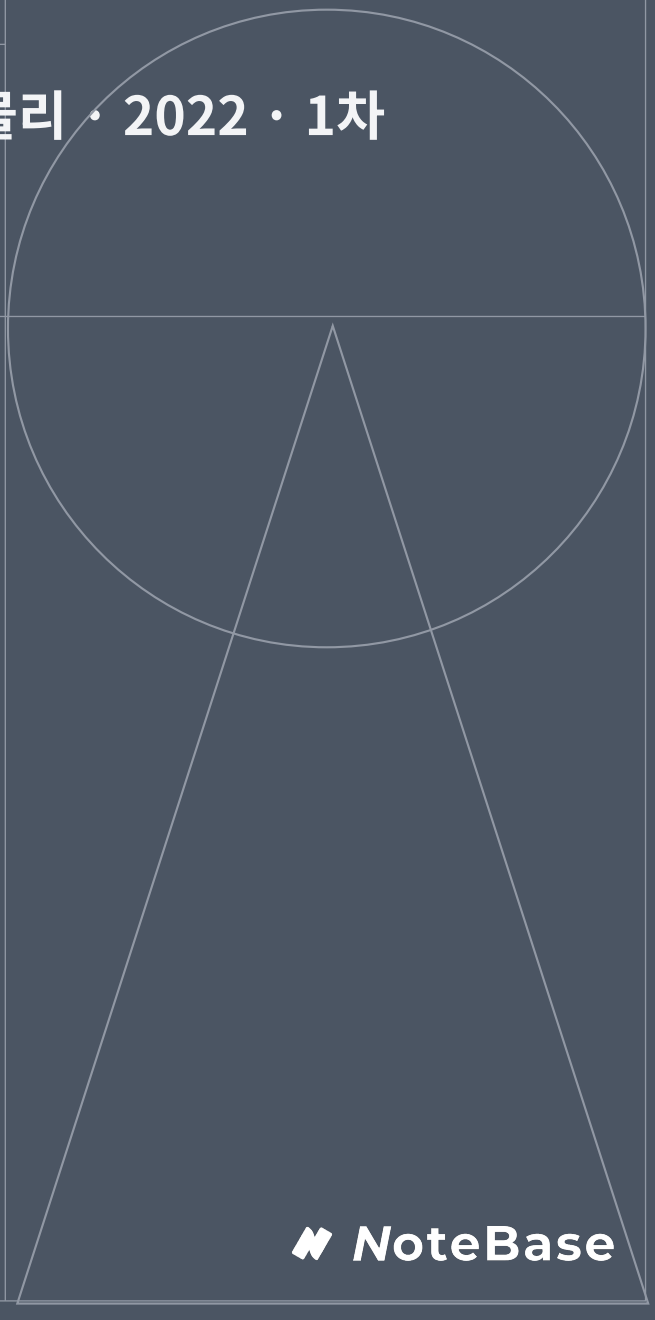
기출OX 해설집

공무원/해경/일반직 9급 · 물리 · 2022 · 1차



NoteBase

기출OX 해설집

공무원/해경/일반직 9급 · 물리 · 2022 · 1차

공무원/해경/일반직 9급 · 물리 · 2022 · 1차

문 1. 정지해 있던 자동차가 등가속도 운동을 시작한 후 3초와 5초 사이에 32 m 이동하였다. 이 자동차의 가속도(m/s^2)는?

① 2

② 4

③ 6

④ 8

정답 2번

출제 포인트

정지 상태에서 출발한 등가속도 운동의 위치식을 이용해 두 시각 사이의 이동 거리로 가속도를 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 처음 속도는 $v_0 = 0$이고, $t = 3s$부터 $t = 5s$까지의 이동 거리는 $32m$이다.
구해야 할 값: 일정한 가속도 a이다.
주의할 조건: 출발 후 5초 동안의 전체 이동 거리가 아니라 3초와 5초 사이의 이동 거리를 사용한다.

사용할 공식

등가속도 운동의 위치식은 $x(t) = v_0t + \frac{1}{2}at^2$이다. 정지 상태에서 출발하므로 $v_0 = 0$이고, 따라서 $x(t) = \frac{1}{2}at^2$를 사용한다. 두 시각 사이의 이동 거리는 위치의 차 $x(5) - x(3)$로 계산한다.

계산 과정

$x(5) - x(3) = \frac{1}{2}a(5^2 - 3^2) = 32$
$\frac{1}{2}a(25 - 9) = 8a = 32$
따라서 $a = 4m/s^2$이다.

NoteBase

선지 판단

① X — $2m/s^2$를 대입하면 3초와 5초 사이의 이동 거리는 $8 \times 2 = 16m$이므로 주어진 $32m$와 다르다. ①의 2는 틀린 값이며, 올바른 값은 4이다.
② O — $4m/s^2$를 대입하면 $8 \times 4 = 32m$가 되어 조건과 일치한다.
③ X — $6m/s^2$를 대입하면 이동 거리는 $8 \times 6 = 48m$이므로 조건과 다르다. ③의 6은 틀린 값이며, 올바른 값은 4이다.
④ X — $8m/s^2$를 대입하면 이동 거리는 $8 \times 8 = 64m$이므로 조건과 다르다. ④의 8은 틀린 값이며, 올바른 값은 4이다.

오답 포인트

$32m$를 출발 후 5초 동안의 전체 이동 거리로 해석하면 안 된다. 구간 이동 거리는 $x(5) - x(3)$이며, 시간 차가 2초라고 해서 단순히 $\frac{1}{2}a(2^2)$로 계산하는 것도 틀리다. 등가속도 운동에서는 위치가 시간의 제곱에 비례하므로 두 시각의 위치를 각각 구해 뺀다.

다시 나오면 이렇게 판단

정지 상태에서 출발한 등가속도 운동에서 t_1과 t_2 사이의 이동 거리는 $\Delta x = \frac{1}{2}a(t_2^2 - t_1^2)$로 판단한다. 구간의 길이 $t_2 - t_1$만 위치식에 넣지 않고, 두 시각의 위치 차를 계산한다.

암기 포인트

정지 출발 등가속도 운동의 구간 이동 거리: $\Delta x = \frac{1}{2}a(t_2^2 - t_1^2)$이다.

NoteBase

문 2. 200 V용 500 W의 전열기가 있다. 니크롬선의 길이를 반으로 잘라서 200 V의 전원에 연결했을 때, 소비 전력(W)은?

① 250

② 500

③ 700

④ 1000

정답 4번

출제 포인트

전압이 일정할 때 니크롬선의 길이 변화가 저항과 소비 전력에 미치는 영향을 계산하는 문제이다.

조건 정리

처음 전압은 $200V$, 처음 소비 전력은 $500W$이다.
니크롬선의 길이는 처음의 1/2이 되고, 전원 전압은 $200V$로 일정하다.
같은 재질과 단면적의 도선에서는 저항이 길이에 비례한다.

사용할 공식

저항은 $R = \rho L/A$, 소비 전력은 $P = V^2/R$이다.
니크롬선의 재질과 단면적이 같으므로 길이를 반으로 줄이면 저항도 반이 된다. 전압이 일정하므로 소비 전력은 저항에 반비례한다.

계산 과정

처음 저항은
$R = \frac{V^2}{P} = \frac{(200V)^2}{500W} = 80\Omega$
이다.
길이를 반으로 자른 니크롬선의 저항은
$R' = \frac{R}{2} = 40\Omega$
이다. 따라서 새 소비 전력은
$P' = \frac{V^2}{R'} = \frac{(200V)^2}{40\Omega} = 1000W$
이다.

NoteBase

선지 판단

① X — 250W는 전압이 일정한데도 전력을 저항에 비례한다고 잘못 판단한 값이다. 올바르게는 저항이 절반이 되면 전력은 두 배가 되어 1000W이다.
② X — 500W는 선의 길이를 줄여도 저항과 전력이 변하지 않는다고 본 값이다. 올바르게는 저항이 80Ω에서 40Ω으로 줄어 전력은 1000W가 된다.
③ X — 700W는 $P = V^2/R$에 줄어든 저항을 대입한 결과가 아니다. 올바른 계산값은 1000W이다.
④ O — 줄어든 저항 40Ω에 200V를 걸면 $P = (200V)^2/(40\Omega) = 1000W$이므로 옳다.

오답 포인트

전압이 일정한 경우 소비 전력은 저항에 비례하지 않고 $P = V^2/R$에 따라 저항에 반비례한다. 따라서 길이가 절반이 되어 저항이 절반으로 줄면 전력은 절반이 아니라 두 배가 된다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 $R = \rho L/A$로 길이 변화에 따른 저항의 변화를 구한 뒤, 전압이 일정한 조건에서는 $P = V^2/R$를 적용한다.

암기 포인트

같은 재질·단면적에서는 $R \propto L$이고, 전압이 일정하면 $P \propto 1/R$이다. 길이 절반 → 저항 절반 → 전력 두 배이다.

NoteBase

문 3. 단면적이 S인 도선에서 전자들이 평균 v의 속력으로 운동할 때 전류의 세기는? (단, 전자의 전하량은 e, 단위 체적당 전자의 수는 n이다.)

① $\frac{enS}{v}$
② $\frac{env}{S}$
③ $envS$
④ $\frac{1}{envS}$

정답 3번

출제 포인트

도선의 단면을 단위 시간 동안 통과하는 전자의 수를 구해 전류의 세기 I를 나타내는 문제이다.

조건 정리

단면적은 S, 전자의 평균 속력은 v, 전자 한 개의 전하량은 e, 단위 체적당 전자 수는 n이다. 구해야 할 값은 단위 시간당 단면을 통과하는 전하량인 전류의 세기이다.

사용할 공식

전류의 세기는 $I = envS$이다. 시간 t 동안 전자가 이동하는 거리는 vt이므로 단면을 통과하는 전자들이 차지하던 부피는 Svt이다. 따라서 통과한 전자 수는 $nSvt$이고, 그 전하량을 시간으로 나누면 전류가 된다.

계산 과정

시간 t 동안 통과하는 전자 수는 $nSvt$이다. 이 전자들이 운반하는 전하량의 크기는 $Q = enSvt$이다. 따라서 $I = Q/t = enSv$이므로 전류의 세기는 $envS$이다.

선지 판단

① X — $\frac{enS}{v}$는 속력 v로 나누었으므로 틀리다. 전자의 이동 속력이 커질수록 단위 시간에 통과하는 전자 수가 늘어나므로, 올바르게는 $envS$이다.
② X — $\frac{env}{S}$는 단면적 S로 나누었으므로 틀리다. 단면적이 클수록 같은 시간에 더 많은 전자가 통과하므로, 올바르게는 $envS$이다.
③ O — 단위 시간에 통과하는 전자 수 nSv에 전자 한 개의 전하량 e를 곱하면 $I = envS$가 된다.
④ X — $\frac{1}{envS}$는 전류식을 역수로 만든 표현이므로 틀리다. 올바르게는 $envS$이다.

NoteBase

오답 포인트

속력 v와 단면적 S가 커지면 단위 시간에 단면을 지나는 전자 수가 모두 증가한다. 따라서 두 값은 분모가 아니라 분자에서 곱해져야 한다. 전자의 운동 방향과 관습적인 전류 방향은 반대이지만, 이 문항은 전류의 세기만 묻기 때문에 전하량의 크기 e를 사용한다.

다시 나오면 이렇게 판단

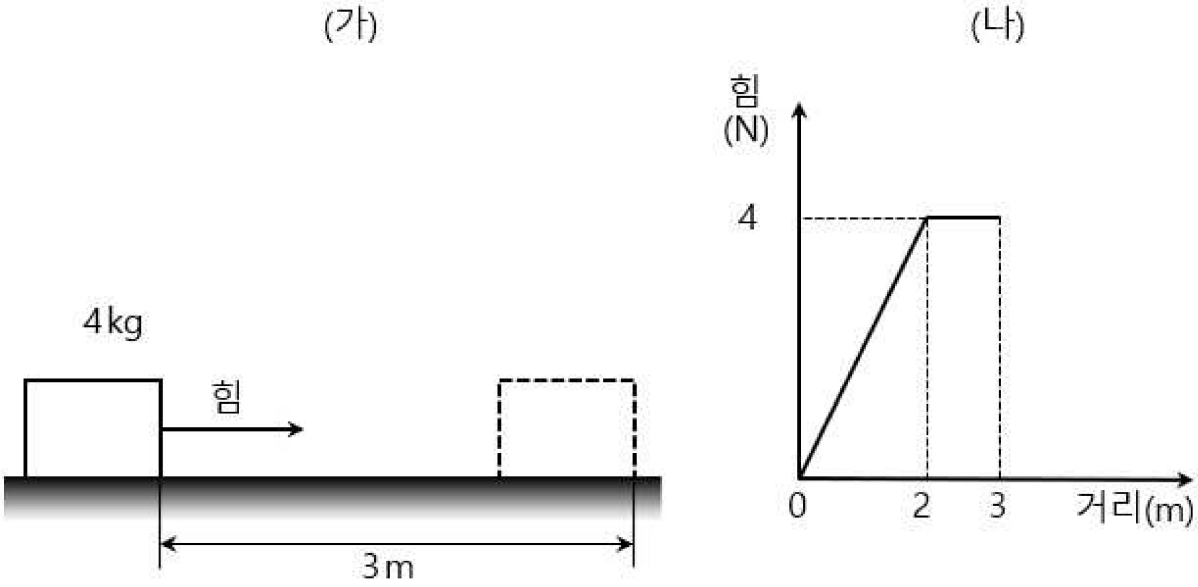
시간 t 동안 이동한 원기둥 모양의 부피 Svt를 먼저 구하고, 여기에 수밀도 n과 전하량 e를 차례로 곱한 뒤 시간 t로 나누면 $I = envS$가 된다.

암기 포인트

전류의 세기 = 전하량 × 수밀도 × 단면적 × 이동 속력, 즉 $I = envS$이다.

NoteBase

문 4. 그림 (가)는 수평면에 정지해 있던 질량이 4 kg인 물체에 수평방향으로 힘을 작용하여 3 m를 이동시키는 것을 나타낸 것이다. 그림 (나)는 이 물체에 작용하는 힘의 크기와 이동한 거리에 대한 그래프를 나타낸 것이다. 물체가 3 m를 지나는 순간에서의 속력(m/s)은?



① 2

② 4

③ 6

④ 8

정답 1번

출제 포인트

힘-거리 그래프 아래 넓이로 힘이 한 일을 구하고, 일-에너지 정리로 물체의 속력을 계산하는 문제이다.

조건 정리

질량은 $4kg$이고 물체는 처음에 정지해 있다. 힘은 이동 거리 $0 \sim 2m$에서 $0N$부터 $4N$까지 일정하게 증가하고, $2 \sim 3m$에서는 $4N$으로 일정하다. 구해야 할 값은 물체가 $3m$를 지나는 순간의 속력이다.

사용할 공식

힘이 한 일은 힘-거리 그래프 아래 넓이이므로 $W = \int F dx$이다. 물체가 처음에 정지해 있으므로 일-에너지 정리 $W = \Delta K = \frac{1}{2}mv^2$를 사용한다.

NoteBase

계산 과정

1. $0 \sim 2m$ 구간의 일은 삼각형 넓이이므로 $W_1 = \frac{1}{2} \times 2m \times 4N = 4J$이다.
2. $2 \sim 3m$ 구간의 일은 직사각형 넓이이므로 $W_2 = 1m \times 4N = 4J$이다.
3. 전체 일은 $W = W_1 + W_2 = 8J$이다.
4. $8J = \frac{1}{2} \times 4kg \times v^2$이므로 $v^2 = 4m^2/s^2$, 따라서 $v = 2m/s$이다.

선지 판단

① O. 계산한 속력 $2m/s$와 일치한다.
② X. 선지의 $4m/s$는 계산 결과와 다르다. 이 속력이라면 운동에너지가 $\frac{1}{2} \times 4 \times 4^2 = 32J$가 되어 그래프에서 구한 일 $8J$와 맞지 않는다. 올바른 속력은 $2m/s$이다.
③ X. 선지의 $6m/s$는 계산 결과와 다르다. 이 속력이라면 운동에너지가 $\frac{1}{2} \times 4 \times 6^2 = 72J$가 되어 $8J$와 맞지 않는다. 올바른 속력은 $2m/s$이다.
④ X. 선지의 $8m/s$는 그래프의 전체 넓이인 $8J$를 속력으로 잘못 본 값이다. 이 속력이라면 운동에너지가 $128J$가 된다. 올바른 속력은 $2m/s$이다.

오답 포인트

그래프 아래 넓이 $8J$는 속력이 아니라 힘이 한 일이다. 또한 $0 \sim 2m$ 구간은 직사각형이 아니라 삼각형이므로 넓이를 계산할 때 $\frac{1}{2}$을 반영해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

힘-거리 그래프에서는 구간별 넓이를 모두 더해 일을 구한 뒤, 처음 속도를 확인하고 $W = \Delta K$에 대입하여 속력을 계산한다.

암기 포인트

힘-거리 그래프의 넓이는 일이고, 일은 운동에너지의 변화량이다.

NoteBase

문 5. 5 m/s로 운동하는 질량 4 kg의 물체에 힘이 작용하여 속력이 10 m/s로 되었다면 힘이 한 일의 양(J)은?

① 150

② 200

③ 250

④ 300

정답 1번

출제 포인트

이 문제는 일-에너지 정리를 이용하여 물체에 작용한 힘이 한 일을 운동 에너지의 변화량으로 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 질량 $m = 4kg$, 처음 속력 $v_i = 5m/s$, 나중 속력 $v_f = 10m/s$이다.
구해야 할 값: 힘이 한 일 W이다.
주의할 조건: 운동 에너지는 속력이 아니라 속력의 제곱에 비례한다.

사용할 공식

일-에너지 정리에 따라 알짜힘이 한 일은 운동 에너지의 변화량과 같다.
$W = \Delta K = \frac{1}{2}m(v_f^2 - v_i^2)$
힘의 크기나 이동 거리가 따로 주어지지 않았지만 처음과 나중의 속력이 주어졌으므로 이 공식을 사용한다.

계산 과정

$W = \frac{1}{2} \times 4 \times (10^2 - 5^2)$
$= 2 \times (100 - 25) = 2 \times 75 = 150J$
따라서 힘이 한 일은 150J이다.

선지 판단

① O — 150J은 계산 결과와 일치한다.
② X — 200J은 계산 결과와 일치하지 않는다. 틀린 값 200J → 올바르게는 150J이다.
③ X — 250J은 계산 결과와 일치하지 않는다. 틀린 값 250J → 올바르게는 150J이다.
④ X — 300J은 계산 결과와 일치하지 않는다. 틀린 값 300J → 올바르게는 150J이다.

오답 포인트

나중 운동 에너지 $\frac{1}{2}mv_f^2$만 구하면 안 된다. 힘이 한 일은 나중 운동 에너지에서 처음 운동 에너지를 뺀 변화량이며, 속력 차 $v_f - v_i$가 아니라 속력 제곱의 차 $v_f^2 - v_i^2$를 사용한다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

질량과 처음·나중 속력이 주어지고 힘이 한 일을 묻는 경우에는 일-에너지 정리 $W = \frac{1}{2}m(v_f^2 - v_i^2)$를 적용하고, 계산값의 단위가 J인지 확인한다.

암기 포인트

알짜힘이 한 일은 운동 에너지의 변화량이다: $W = \Delta K$.

NoteBase

문 6. 기전력이 24 V이고, 내부저항이 1Ω인 전지를 3Ω의 외부저항에 연결하였을 때, 이 전지의 단자전압(V)은?

① 12

② 14

③ 16

④ 18

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 전지의 내부저항까지 포함하여 회로의 전류를 구한 뒤, 외부저항에 걸리는 전압으로 단자전압을 계산하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 기전력 $E = 24V$, 내부저항 $r = 1\Omega$, 외부저항 $R = 3\Omega$이다.
구해야 할 값: 전지의 단자전압 V이다.
주의할 조건: 내부저항과 외부저항에는 같은 전류가 흐르므로 전체 저항은 $R + r$이다.

사용할 공식

회로의 전류는 $I = \frac{E}{R+r}$이고, 방전 중인 전지의 단자전압은 $V = E - Ir = IR$이다.
내부저항에서 Ir만큼 전압이 감소하므로 기전력에서 내부 전압 강하를 빼거나, 외부저항의 전압 IR을 구한다.

계산 과정

1. 전체 저항은 $R + r = 3 + 1 = 4\Omega$이다.
2. 회로의 전류는 $I = \frac{24}{4} = 6A$이다.
3. 단자전압은 $V = E - Ir = 24 - 6 \times 1 = 18V$이다. 외부저항의 전압으로 계산해도 $V = IR = 6 \times 3 = 18V$이다.

선지 판단

① X — $12V$는 계산된 단자전압 $18V$와 다르다. '$12V$'를 '$18V$'로 고쳐야 한다.
② X — $14V$는 $E - Ir = 24 - 6 = 18V$와 일치하지 않는다. '$14V$'를 '$18V$'로 고쳐야 한다.
③ X — $16V$는 외부저항에 걸리는 전압 $IR = 6 \times 3 = 18V$와 다르다. '$16V$'를 '$18V$'로 고쳐야 한다.
④ O — 내부저항의 전압 강하는 $Ir = 6V$이므로 단자전압은 $24V - 6V = 18V$이다.

NoteBase

오답 포인트

단자전압을 기전력 $24V$과 같다고 보거나, 전류를 구할 때 내부저항 1Ω을 빼먹으면 안 된다. 이 문제에서는 내부저항 때문에 $6V$가 감소하여 단자전압이 $18V$가 된다.

다시 나오면 이렇게 판단

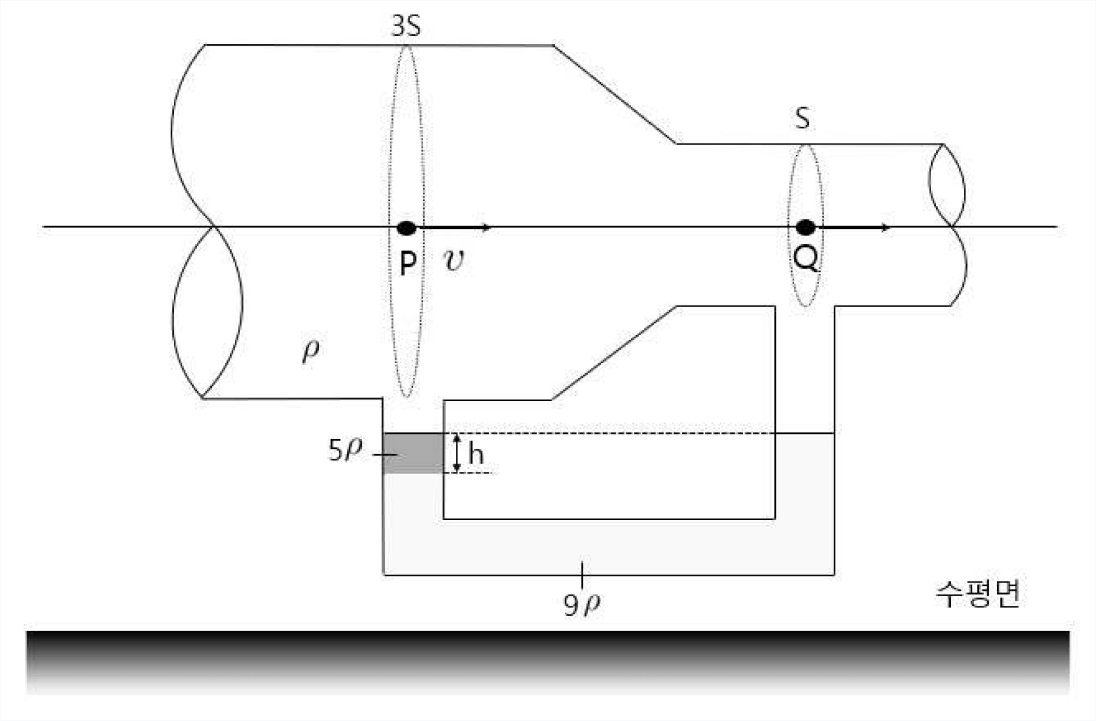
전지에 내부저항이 제시되면 먼저 $R + r$로 전류를 구하고, 단자전압은 $E - Ir$ 또는 IR로 계산한다. 두 식의 결과가 같은지 확인하면 부호와 저항 선택을 검산할 수 있다.

암기 포인트

방전 중인 전지의 단자전압은 '기전력에서 내부 전압 강하를 뺀 값'이다: $V = E - Ir = IR$.

NoteBase

문 7. 그림과 같이 단면적이 변하는 수평한 관에 밀도가 ρ인 물이 점 P에서 속력 v로 흐를 때, 관 아래에 연결된 유리관 속의 밀도가 각각 5ρ, 9ρ인 액체의 최고점 높이가 같은 상태로 유지된다. 점 P와 점 Q에서 단면적은 각각 $3S$, S이다. 밀도가 5ρ인 액체 기둥의 높이는 h이고, P와 Q에서의 높이가 같을 때 속력 v는? (단, 중력 가속도는 g이고, 물과 액체는 베르누이 법칙을 만족한다.)



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

정답 3번

출제 포인트

연속방정식으로 Q에서의 유속을 구하고, 베르누이 방정식으로 얻은 P와 Q의 압력차를 복합 액주계의 압력차와 같게 놓아 v를 구하는 문제이다.

조건 정리

P와 Q의 단면적은 각각 $3S$, S이고 두 점의 높이는 같다. P에서 물의 속력은 v이다. 밀도 5ρ인 액체 기둥의 높이는 h이며, 두 액체의 최고점 높이가 같으므로 물로 채워진 연결관 부분의 수두 차는 서로 상쇄된다.

NoteBase

사용할 공식

연속방정식은 $A_P v_P = A_Q v_Q$이다. 수평한 관에서의 베르누이 방정식은 $p_P + \frac{1}{2}\rho v_P^2 = p_Q + \frac{1}{2}\rho v_Q^2$이다. 또한 정지한 액체에서 아래로 h만큼 이동하면 압력이 _액체gh만큼 증가한다. 정상적인 비압축성 흐름이므로 연속방정식을 적용하고, P와 Q의 높이가 같으므로 베르누이 방정식에서 위치에너지 항은 상쇄된다.

계산 과정

1. 연속방정식에서 $(3S)v = Sv_Q$이므로 $v_Q = 3v$이다.
2. 액주계를 왼쪽의 밀도 5ρ 액체 최고점에서 오른쪽의 밀도 9ρ 액체 최고점까지 따라가면, 먼저 5ρ 액체에서 h만큼 내려가고 이어서 9ρ 액체에서 h만큼 올라간다. 따라서 $p_P - p_Q = (9\rho - 5\rho)gh = 4\rho gh$이다.
3. 베르누이 방정식에 $v_Q = 3v$를 대입하면 $p_P - p_Q = \frac{1}{2}\rho((3v)^2 - v^2) = 4\rho v^2$이다.
4. 두 압력차를 같게 놓으면 $4\rho gh = 4\rho v^2$이므로 $v^2 = gh$, 따라서 $v = \sqrt{gh}$이다.

선지 판단

① X — $\sqrt{\frac{2gh}{3}}$를 제곱하면 $\frac{2gh}{3}$으로, 계산 결과 $v^2 = gh$와 일치하지 않는다. 올바른 값은 $\sqrt{gh}$이다.
② X — $\sqrt{\frac{gh}{2}}$를 제곱하면 $\frac{gh}{2}$로, 계산 결과보다 작다. 올바른 값은 $\sqrt{gh}$이다.
③ O — $\sqrt{gh}$는 $v^2 = gh$를 만족한다.
④ X — $\sqrt{3gh}$를 제곱하면 $3gh$로, 계산 결과보다 크다. 올바른 값은 $\sqrt{gh}$이다.

오답 포인트

Q의 단면적이 P의 $\frac{1}{3}$이므로 Q의 속력은 $\frac{v}{3}$이 아니라 $3v$이다. 또한 액주계의 압력차는 두 액체 밀도를 더한 값이 아니라 같은 높이 h에 대한 밀도 차 $(9\rho - 5\rho)$로 계산한다.

다시 나오면 이렇게 판단

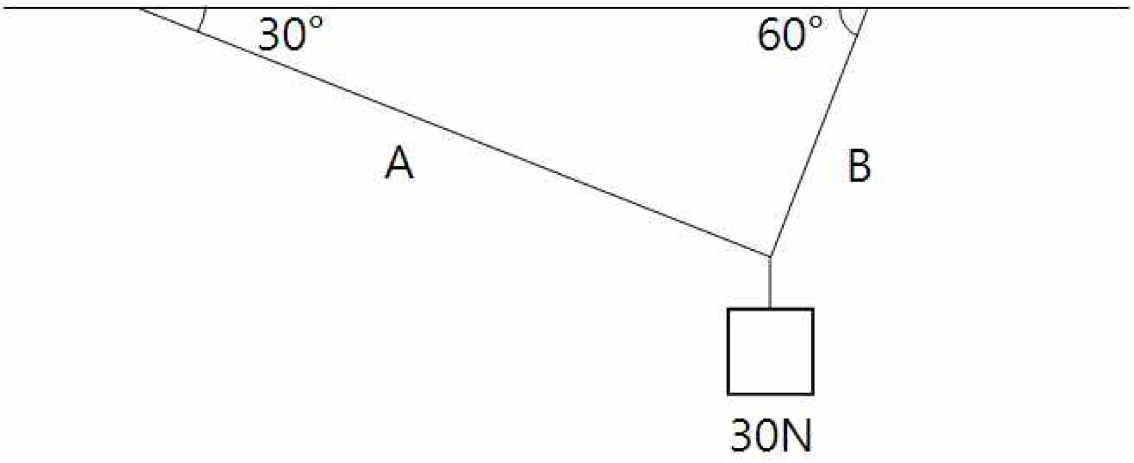
단면적 변화가 있는 정상 흐름에서는 먼저 연속방정식으로 두 지점의 속력을 연결한다. 다음으로 베르누이 방정식의 압력차와 액주계에서 같은 수평면을 기준으로 계산한 압력차를 같게 놓는다.

암기 포인트

좁은 관에서는 유속이 커지고 압력은 작아진다. 복합 액주계에서 양쪽 계면 높이가 같으면 압력차는 $\Delta\rho gh$로 정리된다.

NoteBase

문 8. 다음 그림과 같이 무게 30 N인 물체가 두 실 A와 B에 의해 매달려 있다. 이 때 두 실 A와 B에 작용하는 장력의 크기를 각각 T_A, T_B라고 할 때, 장력의 비 $T_A : T_B$를 바르게 나타낸 것으로 가장 옳은 것은?



① $\sqrt{3} : 1$

② $2 : 1$

③ $1 : 2$

④ $1 : \sqrt{3}$

정답 4번

출제 포인트

한 점에 작용하는 두 장력과 물체의 무게가 평형을 이룰 때, 수평방향 힘의 합이 0이라는 조건으로 두 장력의 비를 구하는 문제이다.

조건 정리

실 A는 수평선과 30 °, 실 B는 수평선과 60 °를 이룬다.
물체가 정지해 있으므로 매듭점에서 수평방향 힘과 수직방향 힘의 합은 각각 0이다.
장력의 비만 구할 때에는 무게 $30N$을 직접 사용하지 않고 수평방향 평형식만으로 판단할 수 있다.

NoteBase

사용할 공식

수평방향 평형 조건은
$T_A\cos 30^\circ = T_B\cos 60^\circ$
이다. 각도가 수평선을 기준으로 주어졌으므로 장력의 수평성분은 $T\cos\theta$이다. 두 수평성분의 방향이 반대이고 물체가 정지해 있으므로 그 크기가 같아야 한다.

계산 과정

수평방향 평형식에서
$\frac{T_A}{T_B} = \frac{\cos 60^\circ}{\cos 30^\circ} = \frac{1/2}{\sqrt{3}/2} = \frac{1}{\sqrt{3}}$
이므로
$T_A : T_B = 1 : \sqrt{3}$
이다. 참고로 수직방향 평형식 $T_A\sin 30^\circ + T_B\sin 60^\circ = 30N$까지 함께 풀면 $T_A = 15N$, $T_B = 15\sqrt{3}N$으로 같은 비를 확인할 수 있다.

선지 판단

① X — $\sqrt{3} : 1$은 실제 비 $1 : \sqrt{3}$의 앞뒤를 바꾼 값이다. 올바르게는 $T_A : T_B = 1 : \sqrt{3}$이다.
② X — $2 : 1$은 수평방향 평형식에서 나오는 비가 아니다. 올바르게는 $\cos 60^\circ : \cos 30^\circ = 1 : \sqrt{3}$이다.
③ X — $1 : 2$는 $\cos 30^\circ$와 $\cos 60^\circ$의 실제 값을 반영하지 않은 비이다. 올바르게는 $T_A : T_B = 1 : \sqrt{3}$이다.
④ O — $1 : \sqrt{3}$은 $T_A\cos 30^\circ = T_B\cos 60^\circ$에서 얻는 장력의 비와 일치한다.

오답 포인트

각도가 수평선과 이루는 각이므로 수평성분에 코사인을 사용해야 한다. 또한 평형식 $T_A\cos 30^\circ = T_B\cos 60^\circ$을 비로 정리할 때 코사인의 순서가 뒤바뀌므로, ①처럼 장력비의 앞뒤를 거꾸로 쓰기 쉽다.

다시 나오면 이렇게 판단

두 실이 한 점을 잡아 정지한 문제에서는 먼저 각도의 기준선을 확인하고, 수평성분끼리 같다는 식을 세운다. 장력비만 묻는다면 무게가 들어가는 수직방향 식보다 수평방향 평형식을 먼저 사용한다.

암기 포인트

수평선 기준 각도 θ의 장력은 수평성분이 $T\cos\theta$, 수직성분이 $T\sin\theta$이다.

NoteBase

문 9. 어떤 방사성 물질 80 g이 붕괴를 시작해서 10 g이 되는데 24초가 걸렸다면 40 g이 되는데 걸리는 시간(초)은?

① 6

② 8

③ 10

④ 12

정답 2번

출제 포인트

방사성 물질의 양이 절반으로 줄어드는 횟수와 전체 붕괴 시간을 이용해 반감기를 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 방사성 물질의 양이 $80g$에서 $10g$이 되는 데 $24s$가 걸린다.
구해야 할 값: $80g$에서 $40g$이 되는 데 걸리는 시간이다.
주의할 조건: 방사성 붕괴에서는 같은 반감기마다 남은 양이 절반이 되므로, 감소한 질량을 시간에 단순 비례시키지 않는다.

사용할 공식

반감기를 T라 하면 n번의 반감기가 지난 뒤 남은 양은 $N = N_0(1/2)^n$이고, 경과 시간은 $t = nT$이다.
이 공식을 쓰는 이유: 문제에서 방사성 물질의 양이 반복해서 절반으로 줄어드는 과정과 그 전체 시간이 주어졌기 때문이다.

계산 과정

1. 질량 변화는 $80g \rightarrow 40g \rightarrow 20g \rightarrow 10g$이므로 $24s$ 동안 반감기가 3번 지났다.
2. $24s = 3T$이므로 $T = 8s$이다.
3. $80g$에서 $40g$이 되는 것은 반감기 1번에 해당하므로 걸리는 시간은 $8s$이다.

선지 판단

① X — $6s$는 계산 결과와 다르다. 틀린 값 $6s$ → 올바르게는 $8s$이다.
② O — $80g$이 $40g$으로 줄어드는 데 걸리는 시간은 반감기 1회인 $8s$이다.
③ X — $10s$는 계산 결과와 다르다. 틀린 값 $10s$ → 올바르게는 $8s$이다.
④ X — $12s$는 $24s$를 2로만 나눈 값이지만, $80g$에서 $10g$까지는 반감기가 3번 지난다. 틀린 값 $12s$ → 올바르게는 $8s$이다.

NoteBase

오답 포인트

80g에서 10g으로 줄었으므로 단순히 질량이 70g 감소했다고 보아서는 안 된다. 80 → 40 → 20 → 10처럼 절반이 된 횟수를 세면 총 3회이다. 특히 ④의 12s는 처음 양과 마지막 양만 보고 전체 시간을 2로 나눈 오답이다.

다시 나오면 이렇게 판단

처음 양에서 마지막 양까지 1/2이 몇 번 곱해졌는지 센 뒤, 전체 시간을 그 횟수로 나누어 반감기를 구한다. 처음 양이 절반이 되는 데 걸리는 시간은 바로 그 반감기이다.

암기 포인트

반감기 1회마다 남은 양은 1/2배가 된다. 80 → 40 → 20 → 10은 반감기 3회이다.

NoteBase

문 10. 수면파가 8 m/s 의 속력으로 진행하고 있다. 어떤 점에서 수면의 높이가 2초에 한 번씩 최대로 된다면 이 수면파의 파장(m)은?

① 20

② 16

③ 14

④ 12

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 한 점의 수면 높이가 다시 최대가 되는 시간으로 주기를 구한 뒤, 파동의 속력 관계식으로 파장을 계산하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 파동의 속력은 $v = 8m/s$이고, 수면의 높이가 최대가 되는 시간 간격은 $T = 2s$이다.
구해야 할 값: 파장 λ이다.
주의할 조건: 같은 점에서 같은 위상인 최대 높이가 반복되는 시간 간격은 주기이다.

사용할 공식

파동의 속력 관계식은 $v = f\lambda = \lambda/T$이다. 따라서 $\lambda = vT$이다.
이 공식을 쓰는 이유: 파동은 한 주기 동안 한 파장만큼 진행하므로 속력에 주기를 곱하면 파장이 된다.

계산 과정

주기는 $T = 2s$이다.
$\lambda = vT = (8m/s)(2s) = 16m$
따라서 파장은 $16m$이다.

선지 판단

① X — $20m$는 vT의 계산 결과와 일치하지 않는다. 틀린 값 $20m$ → 올바르게는 $16m$이다.
② O — $\lambda = (8m/s)(2s) = 16m$이므로 계산 결과와 일치한다.
③ X — $14m$는 vT의 계산 결과와 일치하지 않는다. 틀린 값 $14m$ → 올바르게는 $16m$이다.
④ X — $12m$는 vT의 계산 결과와 일치하지 않는다. 틀린 값 $12m$ → 올바르게는 $16m$이다.

NoteBase

오답 포인트

‘2초에 한 번씩 최대’라는 표현을 주기가 아닌 다른 시간으로 해석하면 안 된다. 이 시간은 한 점이 최대 높이에서 다음 최대 높이까지 되돌아오는 주기 T이므로, 파장은 속력을 주기로 나눈 값이 아니라 속력에 주기를 곱한 값이다.

다시 나오면 이렇게 판단

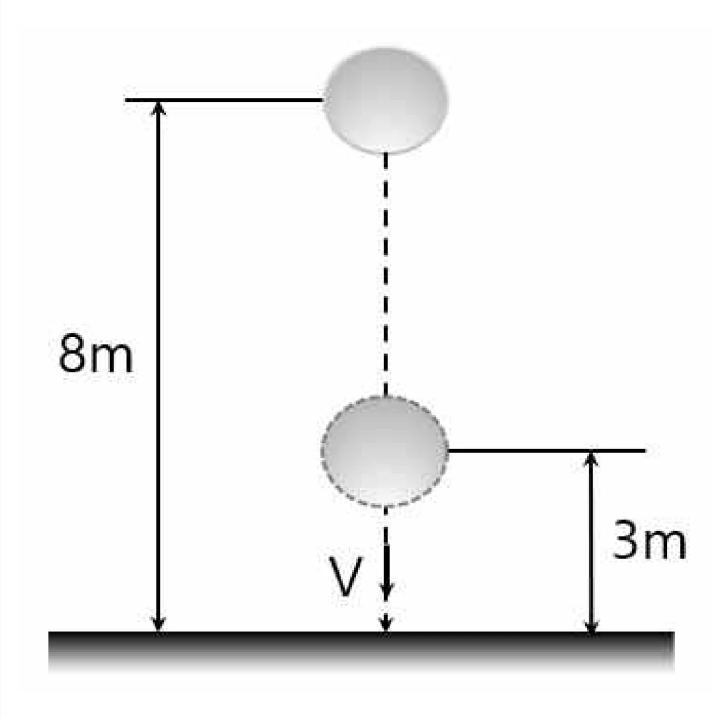
한 점에서 같은 상태가 반복되는 시간 간격을 주기 T로 잡고, $\lambda = vT$에 대입한 뒤 $(m/s) \cdot s = m$로 단위를 검산한다.

암기 포인트

파동은 한 주기 동안 한 파장을 진행하므로 $\lambda = vT$이다.

NoteBase

문 11. 다음 그림과 같이 높이 8 m인 곳에서 물체를 자유낙하 시킬 때 높이 3 m 지점에서 물체의 자유낙하 속도(m/s)는? (단, 중력가속도 $g = 10m/s^2$이고, 공기의 저항은 무시한다.)



① 5

② $5\sqrt{2}$

③ 10

④ $10\sqrt{2}$

정답 3번

출제 포인트

정지 상태에서 자유낙하한 물체가 일정한 중력가속도로 특정 높이까지 내려왔을 때의 속력을 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 처음 높이는 $8m$, 현재 높이는 $3m$, 중력가속도는 $g = 10m/s^2$, 처음 속력은 $v_0 = 0$이다.
구해야 할 값: 높이 $3m$ 지점에서의 속력 v이다.
주의할 조건: 공식에 넣는 낙하 거리는 현재 높이 $3m$가 아니라 $8 - 3 = 5m$이다.

NoteBase

사용할 공식

등가속도 운동 관계식은 다음과 같다.
$v^2 = v_0^2 + 2g\Delta h$
물체는 정지 상태에서 출발하고 공기 저항을 무시하므로 중력가속도가 일정하다. 따라서 시간 없이 낙하 거리와 속력을 연결하는 이 공식을 사용할 수 있다.

계산 과정

1. 물체가 내려온 거리는 $\Delta h = 8m - 3m = 5m$이다.
2. $v_0 = 0$을 대입하면 다음과 같다.
$v^2 = 0^2 + 2 \times (10m/s^2) \times (5m) = 100m^2/s^2$
3. 속력은 음수가 아니므로 양의 제곱근을 취한다.
$v = 10m/s$

선지 판단

① X — $5m/s$는 계산 결과 $10m/s$와 다르다. 낙하 거리의 수치 5를 그대로 속력으로 보면 나오는 값이며, 올바른 속력은 $10m/s$이다.
② X — $5\sqrt{2}m/s$를 제곱하면 $50m^2/s^2$이지만, 운동 관계식에서 얻는 값은 $v^2 = 100m^2/s^2$이다. 올바른 속력은 $10m/s$이다.
③ O — 낙하 거리 $5m$를 $v^2 = 2g\Delta h$에 대입하면 $v = 10m/s$가 된다.
④ X — $10\sqrt{2}m/s$를 제곱하면 $200m^2/s^2$이므로 낙하 거리를 $10m$로 넣은 경우에 해당한다. 실제 낙하 거리는 $5m$이며, 올바른 속력은 $10m/s$이다.

오답 포인트

그림의 현재 높이 $3m$나 처음 높이 $8m$를 그대로 낙하 거리로 대입하면 안 된다. 위치의 높이와 실제로 내려온 거리 $8 - 3 = 5m$를 구분해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

자유낙하 속력 문제에서는 먼저 처음 높이와 현재 높이의 차이로 낙하 거리 Δh를 구하고, 정지 출발이면 $v = \sqrt{2g\Delta h}$를 적용한 뒤 단위를 확인한다.

암기 포인트

정지 상태의 자유낙하는 '떨어진 높이 차'로 계산하며, $v^2 = 2g\Delta h$이다.

NoteBase

문 12. 우주비행사가 $0.6c$의 일정한 속력으로 지구로부터 9광년 떨어진 어떤 별까지 여행을 떠났다. 지구를 출발하여 이 별에 도착할 때까지 우주비행사가 측정한 여행 시간(년)으로 가장 옳은 것은? (단, c는 진공 중에서의 빛의 속력이다.)

① 6

② 8

③ 10

④ 12

정답 4번

출제 포인트

지구 기준 이동 시간과 시간 지연 공식을 이용해 우주비행사의 고유시간을 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 지구에서 측정한 별까지의 거리 L=9 광년, 우주선의 속력 $v = 0.6c$이다.
구해야 할 값: 출발과 도착을 모두 겪는 우주비행사의 시계가 측정한 고유시간 $\Delta\tau$이다.
주의할 조건: 9광년은 지구 기준 거리이므로 먼저 지구 기준 이동 시간을 구한 뒤 시간 지연 관계를 적용한다.

사용할 공식

지구 기준 이동 시간은
$\Delta t = \frac{L}{v}$
이고, 로런츠 인자와 고유시간의 관계는
$\gamma = \frac{1}{\sqrt{1 - v^2/c^2}}, \qquad \Delta t = \gamma \Delta\tau$
이다. 지구 좌표계에서 출발점과 도착점의 거리가 주어졌고, 우주비행사의 시계가 측정한 시간은 고유시간이므로 이 관계를 사용한다.

계산 과정

1. 지구 기준 이동 시간은 Δ t=9 광년/(0.6c)=15 년이다. 빛이 1년에 이동하는 거리가 1광년이므로 단위가 년으로 환산된다.
2. $v = 0.6c$일 때 $\sqrt{1 - v^2/c^2} = \sqrt{1 - 0.6^2} = 0.8$이고, $\gamma = 1/0.8 = 1.25$이다.
3. 따라서 우주비행사가 측정한 시간은
Δτ=(Δ t)/(γ)=(15)/(1.25)=12 년
이다.

NoteBase

선지 판단

① X — 6년은 계산된 고유시간 12년과 일치하지 않는다. 틀린 값 6년은 올바르게는 12년이다.
② X — 8년은 15 년×0.8=12 년이라는 시간 지연 계산과 일치하지 않는다. 틀린 값 8년은 올바르게는 12년이다.
③ X — 10년은 로런츠 인자 $\gamma = 1.25$를 적용한 결과와 일치하지 않는다. 틀린 값 10년은 올바르게는 12년이다.
④ O — 우주비행사의 고유시간은 15 년/1.25=12 년이므로 옳다.

오답 포인트

지구에서 측정한 15년을 그대로 답으로 삼거나, 시간 지연 관계에서 γ를 곱하고 나누는 방향을 뒤바꾸기 쉽다. 지구에서는 움직이는 우주비행사의 시계가 느리게 가므로 우주비행사의 고유시간은 지구 기준 시간 15년보다 짧아야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

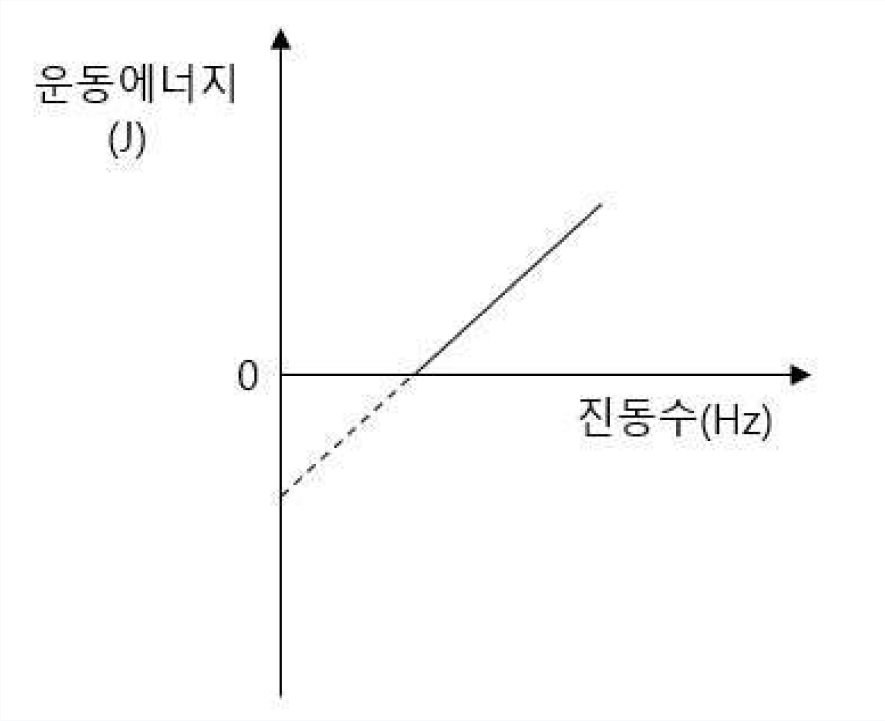
먼저 거리가 정지해 있는 기준계에서 이동 시간 L/v를 구하고, 움직이는 물체와 함께 가는 시계의 시간이라면 $\Delta\tau = \Delta t/\gamma$를 적용한다. 마지막으로 고유시간이 좌표시간보다 짧은지 검산한다.

암기 포인트

움직이는 시계가 직접 재는 시간은 고유시간이며, $\Delta\tau = \Delta t/\gamma$로 좌표시간보다 짧다.

NoteBase

문 13. 다음 그림은 광전 효과 실험에서 어떤 금속에 빛을 비추었을 때 방출되는 광전자의 최대 운동 에너지와 빛의 진동수의 관계를 나타낸 그래프이다. 이 그래프로 알 수 없는 것으로 가장 옳은 것은?



① 금속의 일함수

② 한계 진동수

③ 빛의 세기

④ 플랑크 상수

정답 3번

출제 포인트

광전자의 최대 운동 에너지와 빛의 진동수 사이의 관계 $K_{max} = hf - \phi = h(f - f_0)$에서 그래프의 기울기, x 절편, y절편이 각각 무엇을 뜻하는지 판단하는 문제이다.

NoteBase

선지별 해설

① X
'금속의 일함수'를 알 수 없다는 판단은 틀리다. 직선을 운동 에너지축까지 연장한 y절편이 $-\phi$이므로, 그 절댓값으로 금속의 일함수 ϕ를 알 수 있다.

② X
'한계 진동수'를 알 수 없다는 판단은 틀리다. 최대 운동 에너지가 0이 되는 x절편이 한계 진동수 f_0이므로 그래프에서 알 수 있다.

③ O
이 그래프는 최대 운동 에너지와 진동수의 관계만 나타내므로 빛의 세기는 알 수 없다. 빛의 세기는 한계 진동수보다 높은 빛을 비출 때 주로 방출되는 광전자의 수와 광전류의 크기에 영향을 주며, 최대 운동 에너지는 빛의 진동수로 결정된다.

④ X
'플랑크 상수'를 알 수 없다는 판단은 틀리다. $K_{max} = hf - \phi$에서 직선의 기울기가 플랑크 상수 h이므로 그래프에서 알 수 있다.

오답 포인트

③의 '빛의 세기'를 빛의 진동수와 혼동하기 쉽다. 진동수는 광자 한 개의 에너지와 광전자의 최대 운동 에너지를 정하고, 세기는 단위 시간에 입사하는 광자의 수 및 광전류와 관련된다. 주어진 그래프에는 광전류나 광전자 수에 관한 정보가 없다.

다시 나오면 이렇게 판단

광전 효과의 K_{max}-f 그래프에서는 기울기에서 h, x절편에서 f_0, 연장한 y절편에서 $-\phi$를 읽는다. 빛의 세기는 이 그래프만으로 판단하지 않는다.

암기 포인트

광전 효과 그래프는 '기울기 h, 가로절편 f_0, 세로절편 $-\phi$'이며, 빛의 세기는 광전류와 연결된다.

NoteBase

문 14. 자체유도계수(인덕턴스) $20 \times 10^{-5}H$의 코일과 전기 용량 $5 \times 10^{-7}F$의 축전기가 직렬로 연결된 회로에서 코일에 의한 유도리액턴스의 값과 축전기에 의한 용량리액턴스의 값이 같아지려면 주파수가 몇 Hz인 교류전류를 흘려야 하는가?

① $\frac{5}{2\pi}$
② $\frac{25}{2\pi}$
③ $\frac{10}{2\pi}$
④ $\frac{10^5}{2\pi}$

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 유도리액턴스와 용량리액턴스가 같아지는 직렬 RLC 회로의 공진 주파수를 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: $L = 20 \times 10^{-5}H = 2 \times 10^{-4}H$, $C = 5 \times 10^{-7}F$이다.
구해야 할 값: $X_L = X_C$가 되는 교류 주파수 f이다.
주의할 조건: 인덕턴스와 전기 용량의 지수를 먼저 정리한 뒤 곱의 제곱근을 계산한다.

사용할 공식

유도리액턴스와 용량리액턴스는 각각 $X_L = 2\pi fL$, $X_C = \frac{1}{2\pi fC}$이다. 두 값이 같은 공진 조건에서
$2\pi fL = \frac{1}{2\pi fC}$
이므로
$f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$
를 사용한다.

계산 과정

먼저 인덕턴스와 전기 용량의 곱을 계산하면
$LC = (2 \times 10^{-4})(5 \times 10^{-7}) = 10 \times 10^{-11} = 10^{-10}$
이다. 따라서
$\sqrt{LC} = \sqrt{10^{-10}} = 10^{-5}$
이고, 공진 주파수는
$f = \frac{1}{2\pi \times 10^{-5}} = \frac{10^5}{2\pi}Hz$
이다.

NoteBase

선지 판단

① X — $\frac{5}{2\pi}Hz$는 계산 결과와 다르다. 틀린 값 $\frac{5}{2\pi}$가 아니라 $\frac{10^5}{2\pi}$가 되어야 한다.
② X — $\frac{25}{2\pi}Hz$는 계산 결과와 다르다. 틀린 값 $\frac{25}{2\pi}$가 아니라 $\frac{10^5}{2\pi}$가 되어야 한다.
③ X — $\frac{10}{2\pi}Hz$는 계산 결과와 다르다. 틀린 값 $\frac{10}{2\pi}$가 아니라 $\frac{10^5}{2\pi}$가 되어야 한다.
④ O — $\sqrt{LC}=10^{-5}$를 공진 주파수 공식에 대입하면 $f=\frac{10^5}{2\pi}Hz$가 되므로 계산 결과와 일치한다.

오답 포인트

핵심 함정은 $LC=10^{-10}$에서 제곱근을 취하면 10^{-5}가 되고, 이것이 분모에 있으므로 역수를 취해 10^5가 된다는 점이다. 지수의 제곱근과 역수 처리를 빠뜨리면 ①~③처럼 지나치게 작은 주파수를 고르게 된다.

다시 나오면 이렇게 판단

리액턴스가 같다는 조건을 보면 $X_L=X_C$를 세우고, $f=\frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$로 정리한 뒤 LC의 지수, 제곱근, 역수 순서로 계산한다.

암기 포인트

직렬 RLC 회로의 공진 주파수는 $f_0=\frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$이며, 공진할 때 $X_L=X_C$이다.

NoteBase

문 15. 다음 <보기> 중 마이크에 대한 설명으로 옳은 것을 모두 고른 것은?

<보기>
㉠ 마이크는 전기 신호를 소리 신호로 바꾸어 주는 장치이다.
㉡ 마이크에서 만들어지는 전기 신호는 유도 전류에 의해 만들어지는 교류 전류이다.
㉢ 마이크의 동작 과정에서는 전류가 흐르는 원형 코일 주위에 자기장이 생기는 앙페르 법칙이 적용된다.

① ㉢
② ㉡, ㉢
③ ㉡
④ ㉠, ㉡

정답 3번

출제 포인트

마이크의 에너지 변환 방향과 전자기 유도 원리를 구별하는 문제이다.

핵심 개념

마이크는 소리 신호를 전기 신호로 바꾸는 장치이다. 코일형 마이크에서는 소리에 따라 코일이 자기장 속에서 움직여 코일을 지나는 자기 선속이 변하고, 패러데이의 전자기 유도 법칙에 따라 교류 전기 신호가 발생한다. 반대로 스피커는 전기 신호를 소리 신호로 바꾼다.

선지별 해설

① X — ㉢만 옳다고 하였으나, ㉢의 '앙페르 법칙이 적용된다'는 표현이 틀렸다. 마이크에서 전기 신호가 생기는 핵심 원리는 자기 선속의 변화에 따른 패러데이의 전자기 유도 법칙이다.
② X — ㉡은 옳지만 ㉢은 틀렸으므로 두 진술을 함께 고를 수 없다. ㉢은 '앙페르 법칙'이 아니라 '패러데이의 전자기 유도 법칙이 적용된다'로 고쳐야 한다.
③ O — ㉡만 옳다. 코일형 마이크에서는 소리에 따른 코일의 운동으로 자기 선속이 변하여 유도 전류가 생기며, 진동 방향이 반복해서 바뀌므로 전기 신호도 교류 형태가 된다.
④ X — ㉡은 옳지만 ㉠은 틀렸다. ㉠의 '전기 신호를 소리 신호로'가 잘못되었으며, 마이크는 '소리 신호를 전기 신호로' 바꾸는 장치이다. 전기 신호를 소리 신호로 바꾸는 장치는 스피커이다.

오답 포인트

㉠은 마이크와 스피커의 변환 방향을 뒤바꾸었고, ㉢은 전류가 자기장을 만드는 앙페르 법칙과 자기 선속 변화가 유도 기전력을 만드는 패러데이 법칙을 혼동하게 한다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

장치의 입력과 출력을 먼저 확인한 뒤, 자기장 속 코일의 운동으로 전기 신호가 생기면 전자기 유도, 전류 때문에 자기장이 생기면 앙페르 법칙으로 구분한다.

암기 포인트

마이크는 소리→전기·전자기 유도, 스피커는 전기→소리이다.

NoteBase

문 16. 전하량이 Q인 두 전하 q_1, q_2가 r만큼 떨어져 있을 때 작용하는 전기력이 F였다. 만일 두 전하의 거리를 $3r$만큼 떼어 놓았을 때 전기력으로 가장 옳은 것은?

① $\frac{1}{3}F$

② $3F$

③ $\frac{1}{9}F$

④ $9F$

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 쿨롱 법칙에서 전기력이 두 전하 사이 거리의 제곱에 반비례한다는 점을 이용해, 거리가 3배가 될 때 전기력의 변화를 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 두 전하 사이의 거리가 r일 때 전기력은 F이다.
구해야 할 값: 거리가 $3r$일 때의 전기력 F'이다.
주의할 조건: 두 전하의 전하량은 변하지 않고 거리만 3배가 된다.

사용할 공식

쿨롱 법칙은 $F = k\frac{|q_1 q_2|}{r^2}$이다. 두 전하의 전하량이 일정하므로 전기력은 거리의 제곱에 반비례하여 $F \propto 1/r^2$의 관계를 따른다.

계산 과정

거리가 r에서 $3r$로 변하므로 $\frac{F'}{F} = \frac{r^2}{(3r)^2} = \frac{1}{9}$이다. 따라서 $F' = \frac{1}{9}F$이다.

선지 판단

① X — $\frac{1}{3}F$는 거리에 단순히 반비례한다고 잘못 계산한 값이다. 올바르게는 거리의 제곱에 반비례하므로 $\frac{1}{9}F$이다.
② X — $3F$는 거리가 3배일 때 전기력도 3배가 된다고 잘못 판단한 값이다. 올바르게는 전기력이 감소하여 $\frac{1}{9}F$가 된다.
③ O — 거리가 3배가 되면 전기력은 $3^2 = 9$분의 1이 되므로 $\frac{1}{9}F$가 맞다.
④ X — $9F$는 거리의 제곱에 정비례한다고 잘못 판단한 값이다. 올바르게는 거리의 제곱에 반비례하므로 $\frac{1}{9}F$이다.

NoteBase

오답 포인트

거리의 변화 비율을 그대로 적용해 ①을 고르거나, 역비례를 정비례로 착각해 ② 또는 ④를 고르기 쉽다.
전기력에는 거리 r가 아니라 거리의 제곱 r^2이 분모에 들어간다.

다시 나오면 이렇게 판단

전하량이 일정한 상태에서 거리만 n배가 되면 쿨롱 힘은 $1/n^2$배가 된다고 판단한다.

암기 포인트

전기력은 거리의 역제곱에 비례한다: $r \to nr$이면 $F \to F/n^2$이다.

NoteBase

문 17. 콘덴서에 걸어준 교류전압의 주파수가 감소하면 이 콘덴서의 리액턴스(X_C)는?

① 증가한다.

② 감소한다.

③ 변함없다.

④ 전압이 감소할 때 증가한다.

정답 1번

출제 포인트

이 문제는 용량 리액턴스가 교류전압의 주파수에 반비례한다는 관계를 묻는다.

조건 정리

주어진 변화: 교류전압의 주파수 f가 감소한다.
구해야 할 변화: 콘덴서의 용량 리액턴스 X_C의 증감이다.
주의할 조건: 이상적인 콘덴서의 용량 C가 일정하다고 본다.

사용할 공식

용량 리액턴스는 다음과 같다.
$X_C = \frac{1}{2\pi fC}$
주파수 f가 분모에 있으므로 C가 일정할 때 X_C는 f에 반비례한다.

계산 과정

1. $X_C = 1/(2\pi fC)$에서 C는 일정하다.
2. 주파수 f가 감소하면 분모 $2\pi fC$가 감소한다.
3. 분모가 감소하므로 용량 리액턴스 X_C는 증가한다.

선지 판단

① O — 주파수가 감소하면 X_C가 증가하므로 옳다.
② X — '감소한다'가 틀렸다. 올바르게는 주파수가 감소하면 X_C는 증가한다.
③ X — '변함없다'가 틀렸다. 올바르게는 X_C가 주파수에 반비례하므로 주파수의 변화에 따라 달라진다.
④ X — '전압이 감소할 때 증가한다'가 틀렸다. 올바르게는 이상적인 콘덴서의 X_C는 전압의 크기가 아니라 주파수와 용량으로 정해지며, 주파수가 감소할 때 증가한다.

NoteBase

오답 포인트

분모의 주파수가 감소한다는 말만 보고 리액턴스도 감소한다고 판단하기 쉽다. 그러나 X_C는 f에 반비례한다. 또한 ④처럼 전압의 크기 변화와 주파수 변화를 혼동하면 안 된다.

다시 나오면 이렇게 판단

용량 리액턴스 문제에서는 $X_C = 1/(2\pi fC)$를 먼저 쓰고, 주파수와 용량이 분모에 있으므로 각각 증가하면 X_C는 감소하고 각각 감소하면 X_C는 증가한다고 판단한다.

암기 포인트

콘덴서는 주파수가 낮을수록 더 큰 리액턴스를 나타낸다: $f\downarrow \Rightarrow X_C\uparrow$.

NoteBase

문 18. 같은 종류의 두 물체 A, B가 있다. A의 온도가 27°C 이고, B의 온도가 127°C 일 때, A, B에서 방출되는 복사에너지의 비로 가장 옳은 것은?

① 3 : 4

② $3^4 : 4^4$

③ 27 : 127

④ $27^2 : 127^2$

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 슈테판·볼츠만 법칙을 이용하여 두 물체가 방출하는 복사에너지의 비를 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 온도는 A가 $27^\circ C$, B가 $127^\circ C$이다.
복사 법칙에는 섭씨온도가 아니라 절대온도를 사용하므로 $T_A = 27 + 273 = 300K$,
$T_B = 127 + 273 = 400K$이다.
같은 종류의 두 물체이므로 복사에너지의 비를 구할 때 방사율 등 공통 조건은 소거된다.

사용할 공식

단위 시간·단위 면적당 방출되는 복사에너지는 $E = \varepsilon\sigma T^4$에 비례한다. 따라서
$E_A : E_B = T_A^4 : T_B^4$
이다. 물체의 열복사는 절대온도의 네제곱에 비례하므로 이 공식을 사용한다.

계산 과정

1. 섭씨온도를 절대온도로 바꾸면 $T_A = 300K$, $T_B = 400K$이다.
2. 온도비는 $T_A : T_B = 300 : 400 = 3 : 4$이다.
3. 복사에너지비는 온도비의 네제곱이므로
$E_A : E_B = 300^4 : 400^4 = 3^4 : 4^4$
이다.

NoteBase

선지 판단

① X — 3 : 4는 절대온도의 비일 뿐 복사에너지의 비가 아니다. 틀린 표현 3 : 4는 $3^4 : 4^4$로 고쳐야 한다.
② O — 절대온도비 3 : 4를 네제곱한 $3^4 : 4^4$가 복사에너지의 비이다.
③ X — 27 : 127은 섭씨온도를 그대로 비로 만든 값이어서 복사 법칙에 적용할 수 없다. 절대온도로 변환하고 네제곱하여 $3^4 : 4^4$로 고쳐야 한다.
④ X — $27^2 : 127^2$는 섭씨온도를 사용했을 뿐 아니라 온도를 제곱한 값이다. 절대온도를 사용하여 네제곱한 $300^4 : 400^4 = 3^4 : 4^4$로 고쳐야 한다.

오답 포인트

①은 절대온도비까지만 구하고 네제곱을 빠뜨린 함정이다. ③과 ④는 섭씨온도 27, 127을 공식에 직접 대입하게 만드는 함정이며, ④에는 네제곱 대신 제곱을 적용하는 오류도 함께 들어 있다.

다시 나오면 이렇게 판단

열복사 비를 묻는 문제에서는 먼저 섭씨온도를 절대온도로 바꾸고, 공통 조건을 소거한 뒤 절대온도비를 네제곱한다.

암기 포인트

열복사는 절대온도의 네제곱에 비례한다: $E \propto T^4$.

NoteBase

문 19. 지구의 반지름을 R, 질량을 M, 만유인력 상수를 G라고 할 때, 지표면에서 높이가 $3R$이 되는 지점에서의 중력 가속도로 가장 옳은 것은?

① $\frac{1}{3}g$
② $\frac{1}{9}g$
③ $\frac{1}{15}g$
④ $\frac{1}{16}g$

정답 4번

출제 포인트

중력 가속도가 지구 중심으로부터의 거리의 제곱에 반비례한다는 점을 이용해, 지표면 위 높이를 지구 중심에서의 거리로 바꾸는 문제이다.

조건 정리

지표면에서의 중력 가속도는 $g = \frac{GM}{R^2}$이다. 높이가 $3R$인 지점은 지구 중심에서 $R + 3R = 4R$만큼 떨어져 있다.

사용할 공식

질량 M인 지구의 중심에서 거리 r만큼 떨어진 지점의 중력 가속도는 $g(r) = \frac{GM}{r^2}$이다. 지구를 구대칭으로 볼 때 외부의 중력장은 질량이 중심에 모인 경우와 같으므로 이 공식을 사용한다.

계산 과정

지구 중심에서 해당 지점까지의 거리는 $r = 4R$이다. 따라서
$g' = \frac{GM}{(4R)^2} = \frac{GM}{16R^2} = \frac{1}{16}g$
이므로 중력 가속도는 지표면 값의 $\frac{1}{16}$이다.

선지 판단

① X — $\frac{1}{3}g$는 거리의 역수만 적용한 값이어서 틀리다. 올바르게는 역제곱을 적용한 $\frac{1}{16}g$이다.
② X — $\frac{1}{9}g$는 높이 $3R$를 지구 중심에서의 거리로 잘못 본 값이다. 중심으로부터의 거리는 $4R$이므로 올바르게는 $\frac{1}{16}g$이다.
③ X — $\frac{1}{15}g$는 $\frac{GM}{(4R)^2}$의 계산 결과와 일치하지 않는다. 올바르게는 분모가 $16R^2$이므로 $\frac{1}{16}g$이다.
④ O — 중심으로부터의 거리가 R에서 $4R$로 4배가 되므로 중력 가속도는 $4^2 = 16$분의 1인 $\frac{1}{16}g$가 된다.

오답 포인트

핵심 함정은 '지표면에서 높이 $3R$'를 '지구 중심에서 거리 $3R$'로 읽는 것이다. 중력 공식의 거리는 항상 천체 중심부터 재므로 먼저 $R + 3R = 4R$로 바꾸어야 하며, 거리비에는 제곱을 적용해야 한다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

높이 h가 주어지면 중심 거리부터 $r = R + h$로 바꾸고, $\frac{g'}{g} = \left(\frac{R}{R+h}\right)^2$에 대입하여 판단한다.

암기 포인트

중력 가속도는 중심 거리의 제곱에 반비례한다: $g \propto \frac{1}{r^2}$.

문 20. 온도가 각각 527℃와 327℃인 두 열원 사이에서 작동하는 열기관(카르노 기관)의 최대효율(%)로 가장 옳은 것은?

① 25
② 50
③ 75
④ 100

정답 1번

출제 포인트

이 문제는 절대온도로 나타낸 고온 열원과 저온 열원의 온도를 카르노 기관의 최대효율 공식에 대입하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 고온 열원의 온도는 $527^\circ C$, 저온 열원의 온도는 $327^\circ C$이다.
구해야 할 값: 카르노 기관의 최대효율을 백분율로 구한다.
주의할 조건: 카르노 효율 공식에는 섭씨온도가 아니라 절대온도 K를 사용한다. 따라서 $T_H = 527 + 273 = 800K$, $T_C = 327 + 273 = 600K$이다.

사용할 공식

$\eta_{\max} = 1 - \frac{T_C}{T_H}$
여기서 T_H는 고온 열원의 절대온도, T_C는 저온 열원의 절대온도이다. 두 열원 사이에서 작동하는 열기관의 이론적 최대효율은 가역적인 카르노 기관의 효율로 결정되므로 이 공식을 사용한다.

계산 과정

1. 두 온도를 절대온도로 바꾸면 $T_H = 800K$, $T_C = 600K$이다.
2. 공식에 대입하면 $\eta_{\max} = 1 - \frac{600}{800} = 1 - 0.75 = 0.25$ 이다.
3. 백분율로 바꾸면 $0.25 \times 100 = 25\%$이다.

NoteBase

선지 판단

① O — 계산한 최대효율이 25%이므로 옳다.
② X — 50%는 계산 결과와 다르다. 50%가 아니라 25%가 옳다.
③ X — 75%는 $T_C/T_H = 600/800 = 0.75$라는 폐열 비율을 효율로 잘못 본 값이다. 효율은 이를 1에서 뺀 25%이다.
④ X — 100%는 저온 열원으로 버리는 열이 전혀 없을 때의 값이지만, 이 문항에서는 $T_C = 600K$이므로 불가능하다. 100%가 아니라 25%가 옳다.

오답 포인트

섭씨온도 527과 327을 공식에 그대로 대입하거나, $T_C/T_H = 75\%$를 효율로 착각하기 쉽다. 카르노 효율은 반드시 절대온도를 사용하고, 저온·고온의 온도비를 1에서 빼야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

열원 온도를 먼저 K로 변환한 뒤 $1 - T_C/T_H$를 계산하고, 마지막에 100을 곱해 백분율로 나타낸다.

암기 포인트

카르노 최대효율은 1-저온/고온이며, 온도는 반드시 절대온도 K를 사용한다.

NoteBase