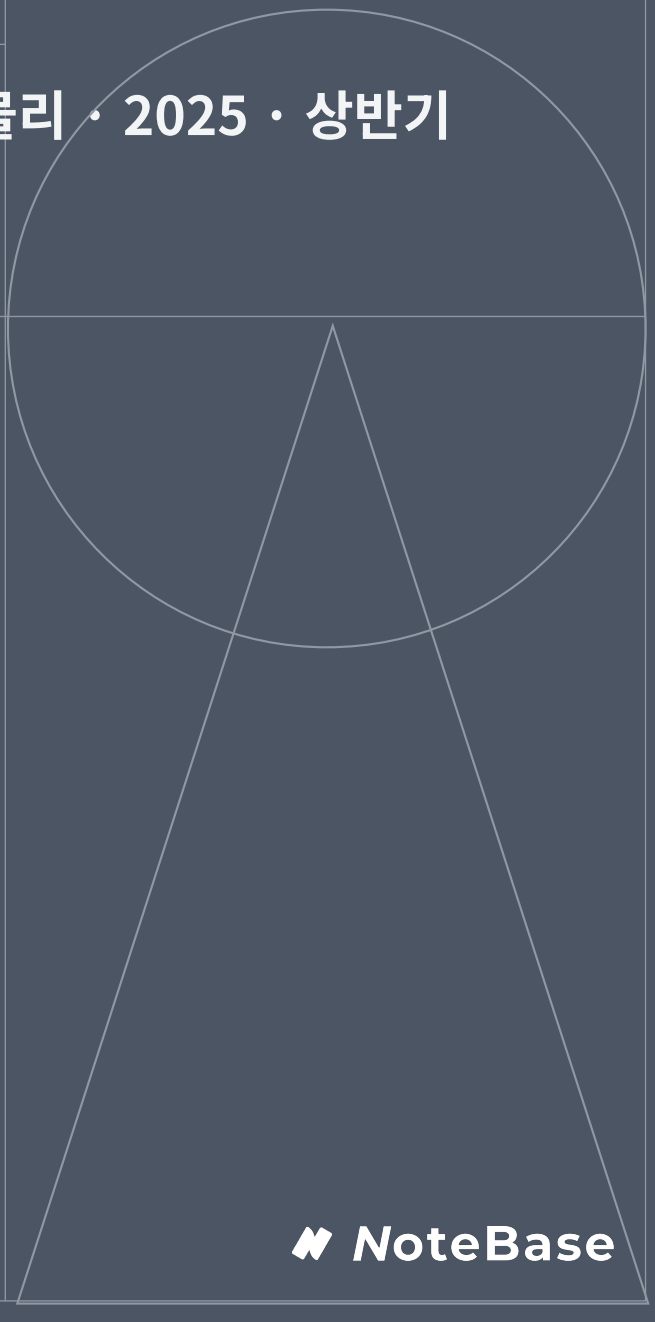
기출OX 해설집

공무원/해경/일반직 9급 · 물리 · 2025 · 상반기



NoteBase

기출OX 해설집

공무원/해경/일반직 9급 · 물리 · 2025 · 상반기

공무원/해경/일반직 9급 · 물리 · 2025 · 상반기

문 1. 질량 m인 물체가 길이 r인 줄에 매달려서 일정한 속력 v로 원운동을 하고 있다. 물체가 받는 알짜힘의 방향과 크기는?

① 원의 중심을 향하는 방향, $\frac{mv^2}{r}$

② 원의 접선 방향, $\frac{mv^2}{r}$

③ 원의 중심에서 멀어지는 방향, $\frac{mv}{r^2}$

④ 물체의 속도 방향, $\frac{mv}{r^2}$

정답 1번

출제 포인트

등속 원운동에서 알짜힘의 방향과 크기를 구심가속도와 뉴턴의 제2법칙으로 판단하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 질량 m, 원운동 반지름 r, 일정한 속력 v

구해야 할 값: 알짜힘의 방향과 크기

주의할 조건: 속력은 일정하지만 속도의 방향이 계속 변하므로 가속도와 알짜힘은 0이 아니다.

사용할 공식

구심가속도는 $a_c = \frac{v^2}{r}$이고, 뉴턴의 제2법칙에 따라 알짜힘은

$F_{\text{net}} = ma_c = \frac{mv^2}{r}$

이다. 등속 원운동에서는 속도의 방향을 바꾸는 가속도가 원의 중심을 향하므로 이 공식을 사용한다.

계산 과정

1. 물체의 구심가속도는 원의 중심 방향으로 $a_c = \frac{v^2}{r}$이다.
2. 여기에 질량 m을 곱하면 알짜힘의 크기는 $F_{\text{net}} = m\frac{v^2}{r} = \frac{mv^2}{r}$이다.
3. 따라서 알짜힘은 원의 중심을 향하고 크기는 $\frac{mv^2}{r}$이다.

NoteBase

선지 판단

① O — 알짜힘은 원의 중심을 향하며 크기는 $\frac{mv^2}{r}$이므로 옳다.
② X — 크기 $\frac{mv^2}{r}$은 맞지만 '원의 접선 방향'이 틀렸다. 올바르게는 알짜힘이 원의 중심을 향한다.
③ X — '원의 중심에서 멀어지는 방향'과 $\frac{mv}{r^2}$이 모두 틀렸다. 올바르게는 원의 중심 방향이며 크기는 $\frac{mv^2}{r}$이다.
④ X — '물체의 속도 방향'과 $\frac{mv}{r^2}$이 모두 틀렸다. 속도는 원의 접선 방향이지만 알짜힘은 그에 수직인 원의 중심 방향이고, 크기는 $\frac{mv^2}{r}$이다.

오답 포인트

속도의 접선 방향과 알짜힘의 중심 방향을 혼동하기 쉽다. 또한 구심가속도에는 속력의 제곱 v^2이 들어가고 반지름 r은 1제곱으로 분모에 들어간다.

다시 나오면 이렇게 판단

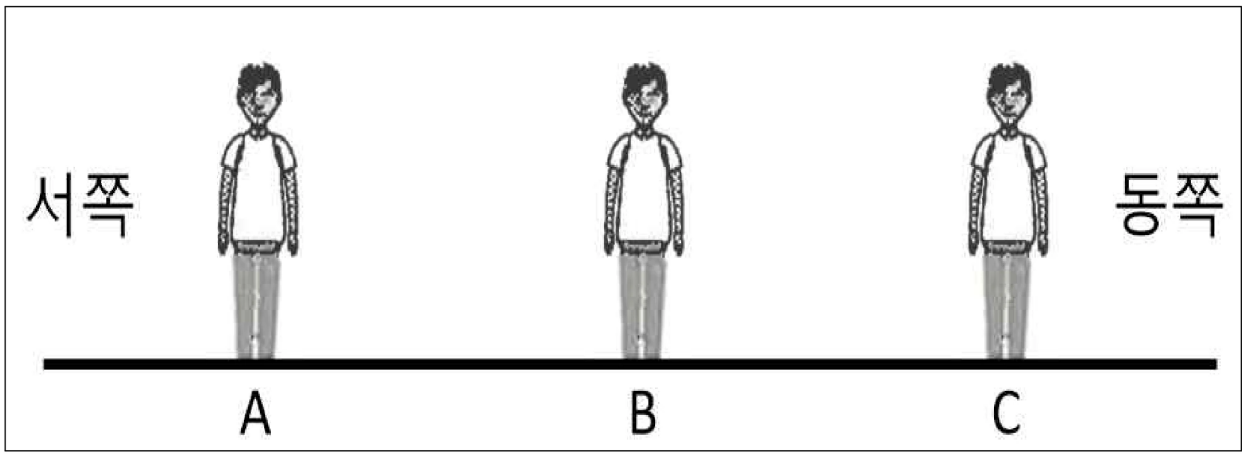
등속 원운동에서는 먼저 가속도와 알짜힘의 방향을 원의 중심으로 정한 뒤, $a_c = \frac{v^2}{r}$와 $F = ma$를 결합해 크기를 판단한다.

암기 포인트

등속 원운동의 속도는 접선 방향, 구심가속도와 알짜힘은 중심 방향이며 $F_c = \frac{mv^2}{r}$이다.

NoteBase

문 2. 그림은 일직선 상에서 등속운동을 하고 있는 사람 A, B, C를 나타낸 것이다. A는 B가 동쪽으로 10 m/s로 움직이는 것으로 보이고, C는 A가 서쪽으로 5 m/s로 움직이는 것으로 보인다. B가 C를 보았을 때, C가 움직이는 방향과 속도의 크기는? (단, A, B, C는 서로의 움직임에 방해되지 않을 만큼 떨어져 있다.)



① 서쪽, 5 m/s

② 서쪽, 15 m/s

③ 동쪽, 5 m/s

④ 동쪽, 15 m/s

정답 1번

출제 포인트

이 문제는 관찰자에 대한 상대속도 $v_{X/Y} = v_X - v_Y$를 이용하여 B가 본 C의 운동 방향과 속력의 크기를 구하는 문제이다.

조건 정리

동쪽을 양의 방향으로 정한다.
A가 본 B의 속도는 동쪽 $10m/s$이므로 $v_B - v_A = +10m/s$이다.
C가 본 A의 속도는 서쪽 $5m/s$이므로 $v_A - v_C = -5m/s$, 즉 $v_C - v_A = +5m/s$이다.
구해야 할 값은 B가 본 C의 상대속도 $v_C - v_B$이다.

사용할 공식

관찰자 Y가 본 물체 X의 상대속도는 $v_{X/Y} = v_X - v_Y$이다.
B가 본 C의 상대속도는 $v_{C/B} = v_C - v_B = (v_C - v_A) - (v_B - v_A)$로 구할 수 있다. 같은 기준인 A에 대한 두 상대속도의 차를 취하면 B에 대한 C의 상대속도가 되기 때문이다.

NoteBase

계산 과정

$v_{C/B} = (v_C - v_A) - (v_B - v_A)$
$v_{C/B} = 5 - 10 = -5m/s$
음의 부호는 서쪽을 뜻하고, 속력의 크기는 $5m/s$이다. 따라서 B가 본 C는 서쪽으로 $5m/s$의 속력으로 움직인다.

선지 판단

① O — 계산 결과가 서쪽 $5m/s$이므로 옳다.
② X — '서쪽'은 맞지만 크기 $15m/s$가 틀렸다. 두 상대속도의 크기 10과 5를 더하는 것이 아니라 방향을 포함한 속도를 빼야 하므로, 올바르게는 서쪽 $5m/s$이다.
③ X — 크기 $5m/s$는 맞지만 '동쪽'이 틀렸다. $v_C - v_B = -5m/s$이므로 올바르게는 서쪽 $5m/s$이다.
④ X — '동쪽'과 크기 $15m/s$가 모두 틀렸다. 관찰자 B의 속도를 빼서 구하면 올바르게는 서쪽 $5m/s$이다.

오답 포인트

②와 ④의 $15m/s$는 방향을 무시하고 10과 5의 크기만 더할 때 생기는 오답이다. ③의 동쪽은 상대속도의 뺄셈 순서를 뒤집을 때 생기는 오답이다. 'B가 본 C'에서는 반드시 C의 속도에서 B의 속도를 뺀다.

다시 나오면 이렇게 판단

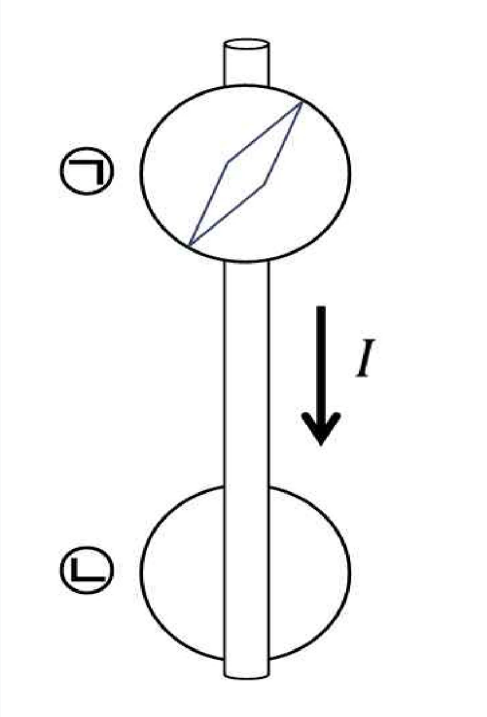
먼저 한 방향을 양수로 정하고, '관찰자 Y가 본 X'는 $v_X - v_Y$로 식을 세운다. 주어진 상대속도를 모두 부호가 있는 값으로 바꾼 뒤 목표 상대속도를 계산하고, 마지막에 부호로 방향을, 절댓값으로 속력의 크기를 판단한다.

암기 포인트

본 대상에서 보는 사람을 뺀다: $v_{X/Y} = v_X - v_Y$. 부호는 방향, 절댓값은 속력이다.

NoteBase

문 3. 그림과 같이 전류(*I*)가 흐르는 도선에 나침반 2개를 도선의 앞과 뒤에 각각 놓아두었을 때, 나침반의 S극 방향으로 가장 옳은 것은?



① ㉠: 왼쪽, ㉡: 왼쪽

② ㉠: 오른쪽, ㉡: 왼쪽

③ ㉠: 왼쪽, ㉡: 오른쪽

④ ㉠: 오른쪽, ㉡: 오른쪽

정답 2번

출제 포인트

전류가 아래쪽으로 흐르는 직선 도선 주위의 자기장 방향을 오른손 법칙으로 판단하고, 나침반의 S극이 자기장과 반대 방향을 가리킨다는 점을 적용하는 문제이다. 그림에서 ㉠은 나침반이 도선의 앞에 있고, ㉡은 도선의 뒤에 있다.

NoteBase

선지별 해설

① X
㉠의 S극 방향을 왼쪽이라고 한 부분이 틀렸다. 오른손 엄지를 전류 방향인 아래쪽으로 향하게 하면 도선 앞쪽인 ㉠에서 자기장은 왼쪽을 향하므로, S극은 그 반대인 오른쪽을 향한다. ㉡의 S극은 왼쪽이 맞다. 따라서 올바른 조합은 '㉠: 오른쪽, ㉡: 왼쪽'이다.

② O
도선 앞쪽인 ㉠에서는 자기장이 왼쪽이므로 S극은 오른쪽을 향한다. 도선 뒤쪽인 ㉡에서는 자기장이 오른쪽이므로 S극은 왼쪽을 향한다.

③ X
㉠과 ㉡의 방향을 모두 반대로 제시했다. ㉠의 S극은 왼쪽이 아니라 오른쪽, ㉡의 S극은 오른쪽이 아니라 왼쪽을 향한다.

④ X
㉠의 S극이 오른쪽을 향한다는 것은 맞지만, ㉡의 S극 방향을 오른쪽이라고 한 부분이 틀렸다. ㉡에서는 자기장이 오른쪽을 향하므로 S극은 그 반대인 왼쪽을 향한다. 올바르게는 '㉠: 오른쪽, ㉡: 왼쪽'이다.

오답 포인트

오른손의 감긴 손가락이 가리키는 것은 나침반의 N극 방향, 즉 자기장 방향이다. 이를 곧바로 S극 방향으로 선택하면 ③처럼 두 방향을 모두 반대로 고르게 된다. 또한 도선 앞쪽과 뒤쪽에서는 자기장 방향이 서로 반대이다.

다시 나오면 이렇게 판단

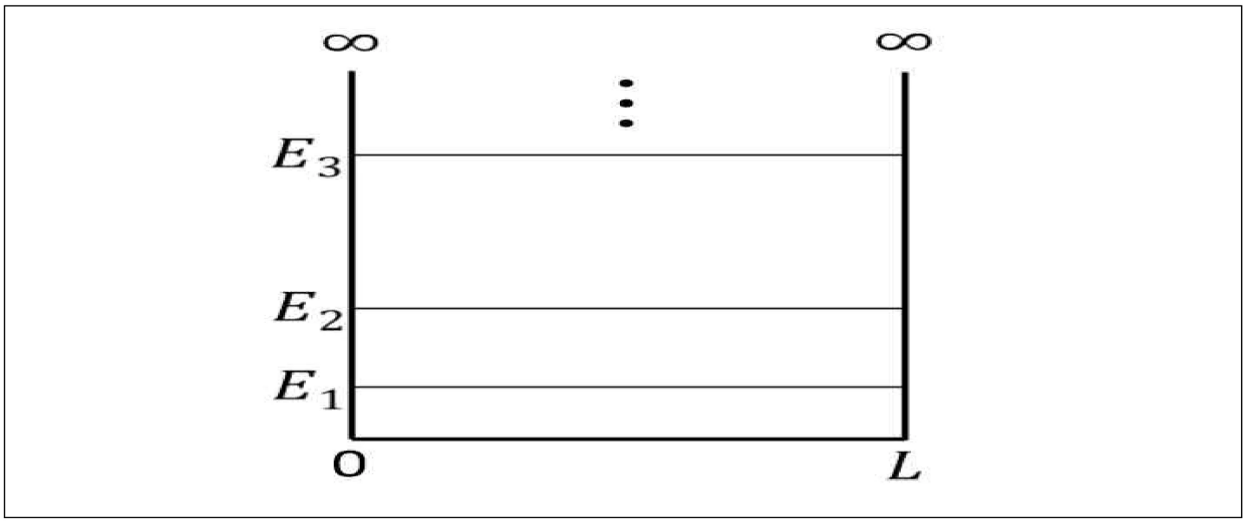
먼저 그림의 겹침을 보고 나침반이 도선의 앞인지 뒤인지 구분한다. 다음으로 오른손 엄지를 전류 방향으로 두어 각 위치의 자기장 방향을 정하고, N극은 자기장 방향, S극은 그 반대 방향으로 판단한다.

암기 포인트

엄지는 전류, 감긴 손가락은 자기장이다. N극은 자기장을 따르고 S극은 반대로 향한다.

NoteBase

문 4. 그림은 폭이 L인 1차원 무한 퍼텐셜 우물 안에 갇힌 질량 m인 입자의 양자화된 에너지 준위 E_n $(n = 1, 2, 3, \ldots)$을 나타낸 것이다. $\frac{E_8}{E_2}$은?



① 4

② 8

③ 16

④ 32

정답 3번

출제 포인트

1차원 무한 퍼텐셜 우물의 에너지 준위가 양자수의 제곱에 비례한다는 관계를 이용해 두 에너지의 비를 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 조건: 같은 입자와 같은 폭 L의 무한 퍼텐셜 우물이다.
구해야 할 값: E_8/E_2이다.
주의할 조건: 에너지는 양자수 n에 비례하는 것이 아니라 n^2에 비례한다.

사용할 공식

무한 퍼텐셜 우물의 에너지 준위는
$E_n = \frac{n^2\pi^2\hbar^2}{2mL^2}$
이다. 같은 우물에서 $m, L, \pi, \hbar$는 공통이므로 에너지의 비를 구할 때 모두 약분되고 $E_n \propto n^2$만 남는다.

NoteBase

계산 과정

에너지 준위의 비는 양자수의 제곱의 비이므로
$\frac{E_8}{E_2} = \frac{8^2}{2^2} = \frac{64}{4} = 16$
이다.

선지 판단

① X — 4는 8/2처럼 양자수의 비만 계산한 값이다. 에너지는 n^2에 비례하므로 4가 아니라 16이다.
② X — 공식에 $n = 8$과 $n = 2$를 대입한 에너지비는 64/4 = 16이므로 8은 성립하지 않는다. 올바른 값은 16이다.
③ O — $E_8/E_2 = (8/2)^2 = 16$이므로 계산 결과와 일치한다.
④ X — 32는 $E_2 = 2E_1$로 잘못 보아 64/2로 계산할 때 나올 수 있는 값이다. 실제로는 $E_2 = 2^2 E_1 = 4E_1$이므로 올바른 값은 16이다.

오답 포인트

핵심 함정은 준위 번호의 비 8/2 = 4를 그대로 에너지비로 선택하는 것이다. 무한 퍼텐셜 우물에서는 준위 간격이 일정하지 않고 에너지가 n^2에 비례한다.

다시 나오면 이렇게 판단

같은 무한 퍼텐셜 우물에서 두 에너지의 비를 물으면 공통 상수를 약분하고 $E_a/E_b = a^2/b^2$로 판단한다.

암기 포인트

무한 우물의 에너지 준위는 $E_n \propto n^2$이다.

NoteBase

문 5. 반지름이 r인 구껍질에 전하 q가 균일하게 분포되어 있다. 구의 원점으로부터 $2r$과 $4r$만큼 떨어진 두 지점에서의 전기장 세기의 비는?

① 2 : 1

② 3 : 1

③ 4 : 1

④ 1 : 3

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 균일하게 대전된 구껍질 바깥의 전기장을 점전하의 전기장처럼 계산하고, 거리의 제곱에 반비례하는 관계로 두 전기장의 비를 구하는 문제이다.

조건 정리

두 지점의 중심으로부터의 거리는 각각 $R_1 = 2r, R_2 = 4r$이다. 두 지점 모두 구껍질의 반지름 r보다 크므로 구껍질 바깥에 있다. 구해야 할 값은 $E(2r) : E(4r)$이다.

사용할 공식

균일하게 대전된 구껍질 바깥에서 전기장 세기는
$E(R) = k\frac{q}{R^2}$
이다. 구대칭인 전하 분포는 껍질 바깥에서 전체 전하 q가 중심에 모인 점전하와 같은 전기장을 만들기 때문에 이 공식을 사용한다.

계산 과정

두 전기장의 비를 구하면
$E(2r) : E(4r) = \frac{kq}{(2r)^2} : \frac{kq}{(4r)^2}$
이다. 공통인 kq를 약분하면
$\frac{1}{4r^2} : \frac{1}{16r^2} = 4 : 1$
이 된다.

NoteBase

선지 판단

① X — 2 : 1은 거리에 단순 반비례한다고 잘못 계산한 값이다. 전기장은 거리의 제곱에 반비례하므로 올바른 비는 4 : 1이다.
② X — 3 : 1은 $E \propto 1/R^2$를 적용한 결과가 아니다. $R_2/R_1 = 2$를 제곱해야 하므로 올바른 비는 4 : 1이다.
③ O — $E(2r)/E(4r) = (4r/2r)^2 = 4$이므로 전기장 세기의 비는 4 : 1이다.
④ X — 1 : 3은 가까운 지점의 전기장이 더 강하다는 관계와 맞지 않으며 제곱 반비례도 반영하지 못한 값이다. 비의 순서를 그대로 두면 올바른 비는 4 : 1이다.

오답 포인트

거리의 비가 2 : 1이라고 해서 전기장의 비도 2 : 1인 것은 아니다. 전기장은 거리 자체가 아니라 거리의 제곱에 반비례한다. 또한 문제에서 요구한 순서가 $E(2r) : E(4r)$이므로 가까운 지점의 전기장이 앞에 와야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

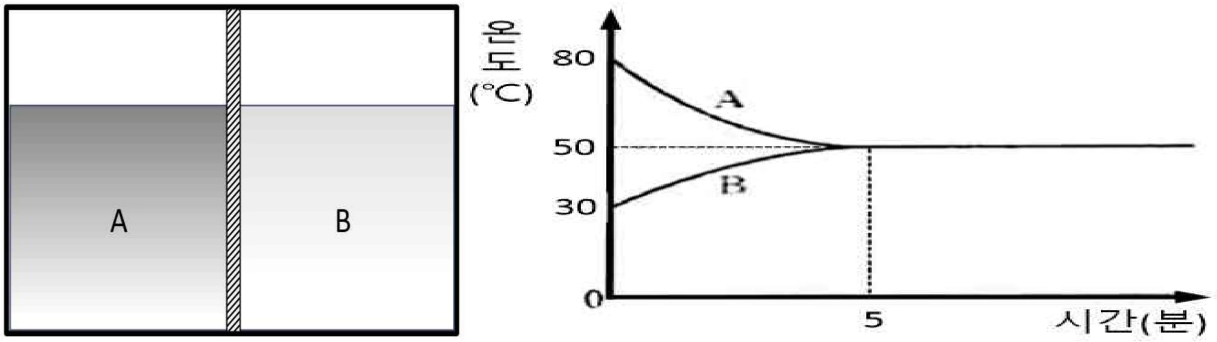
먼저 관측점이 구껍질의 안쪽인지 바깥쪽인지 확인한다. 바깥쪽이면 $E = kq/R^2$를 적용하고, 두 전기장의 비에서는 공통인 kq를 약분한 뒤 거리의 비를 반대로 놓아 제곱한다.

암기 포인트

균일한 구껍질의 바깥 전기장은 중심의 점전하와 같고, $E \propto 1/R^2$이다. 거리가 2배이면 전기장은 1/4배가 된다.

NoteBase

문 6. 그림은 단열되지 않은 칸막이를 설치한 단열되는 상자에 질량이 같은 액체 A와 B를 각각 다른 칸에 넣은 뒤 시간에 따른 온도 변화를 나타낸 것이다. 5분일 때부터 온도 변화는 없다. 다음 보기 중 이에 대한 설명으로 옳은 것을 모두 고른 것은?



<보기>

㉠ A의 열용량과 B의 열용량은 같다.

㉡ A와 B 사이에는 열에 의한 에너지 전달이 있다.

㉢ 5분일 때 열평형 상태에 도달한다.

① ㉠

② ㉡

③ ㉡, ㉢

④ ㉠, ㉢

정답 3번

출제 포인트

단열 상자 안에서 고온의 액체가 잃은 열량과 저온의 액체가 얻은 열량이 같다는 열량 보존을 이용해 두 액체의 열용량을 비교하고, 열평형 여부를 판단하는 문제이다.

조건 정리

A의 온도 변화: 80 ° C에서 50 ° C로 내려가므로 $|\Delta T_A| = 30\ ^\circ\mathrm{C}$이다.

B의 온도 변화: 30 ° C에서 50 ° C로 올라가므로 $|\Delta T_B| = 20\ ^\circ\mathrm{C}$이다.

상자는 단열되어 외부와 열을 주고받지 않으며, 칸막이는 단열되지 않아 A와 B 사이에서 열이 이동한다.

사용할 공식

물체가 주고받는 열량의 크기는 $Q = C|\Delta T|$이다. 여기서 C는 열용량이다.

상자 전체가 단열되어 있으므로 A가 잃은 열량과 B가 얻은 열량의 크기는 같아 $C_A|\Delta T_A| = C_B|\Delta T_B|$가 성립한다.

NoteBase

계산 과정

열량 보존식에 온도 변화량을 대입하면
$C_A \times 30 = C_B \times 20$
이므로
$C_B = \frac{3}{2} C_A$
이다. 따라서 A와 B의 열용량은 같지 않고 B의 열용량이 A의 1.5배이다. 또한 두 액체는 5분에 같은 온도인 50 ° C에 도달한 뒤 온도가 변하지 않으므로 열평형 상태이다.

선지 판단

① X — ㉠만 고른 선지이다. A와 B의 열용량은 같지 않고 $C_B = \frac{3}{2} C_A$이다. 올바르게는 'B의 열용량은 A의 열용량의 1.5배이다'이다.
② X — ㉡은 옳지만 ㉢도 옳으므로 모두 고른 선지가 아니다. 올바른 조합은 ㉡, ㉢이다.
③ O — 단열되지 않은 칸막이를 통해 고온의 A에서 저온의 B로 열에너지가 전달되고, 5분에 두 액체가 같은 온도에 도달하여 열평형을 이룬다. 따라서 ㉡과 ㉢이 모두 옳다.
④ X — ㉢은 옳지만 ㉠은 틀리고 옳은 ㉡이 빠져 있다. 올바른 조합은 ㉡, ㉢이다.

오답 포인트

두 액체의 최종 온도가 같다는 사실을 열용량이 같다는 뜻으로 오해하기 쉽다. 열용량은 온도 변화량만 비교하는 것이 아니라 $Q = C|\Delta T|$와 열량 보존을 함께 적용해 판단한다. 이 문항에서는 A와 B가 주고받은 열량은 같지만 온도 변화량이 각각 30 ° C, 20 ° C로 다르므로 열용량도 다르다.

다시 나오면 이렇게 판단

단열된 계에서 두 물체만 열을 주고받으면 '고온 물체가 잃은 열량의 크기 = 저온 물체가 얻은 열량의 크기'를 세운다. 각 물체의 처음 온도와 평형 온도로 $|\Delta T|$를 구한 뒤 $C_1|\Delta T_1| = C_2|\Delta T_2|$에 대입해 열용량을 비교한다. 두 물체의 온도가 같아진 뒤 더 변하지 않으면 열평형으로 판단한다.

암기 포인트

단열계에서는 잃은 열량과 얻은 열량의 크기가 같으며, 같은 열량을 주고받을 때 온도 변화가 작은 물체일수록 열용량이 크다.

NoteBase

문 7. 반감기가 20일인 어느 방사성 원소 640 kg이 있다. 100일 후 남은 질량은?

① 128 kg

② 80 kg

③ 40 kg

④ 20 kg

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 경과 시간을 반감기 횟수로 바꾸고, 반감기마다 남은 질량이 절반이 된다는 원리를 적용하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 처음 질량은 $640kg$, 반감기는 20 일, 경과 시간은 100 일이다.
구해야 할 값: 100 일 후 남은 질량이다.
주의할 조건: 100/20 = 5이므로 반감기가 5번 지난다.

사용할 공식

$m = m_0\left(\frac{1}{2}\right)^{t/T}$
여기서 m_0는 처음 질량, t는 경과 시간, T는 반감기이다. 반감기가 한 번 지날 때마다 남은 질량이 직전 질량의 절반이 되므로 이 공식을 사용한다.

계산 과정

1. 지난 반감기 횟수는 $t/T = 100/20 = 5$회이다.
2. 남은 질량은 $m = 640\left(\frac{1}{2}\right)^5 = \frac{640}{32} = 20kg$이다.

선지 판단

① X — $128kg$은 5회의 반감기를 지수로 적용하지 않고 처음 질량을 단순히 5로 나눈 값이다. '$128kg$'은 틀리고 올바른 값은 $20kg$이다.
② X — $80kg$은 반감기를 3번만 적용한 값이다. 실제로는 5번 적용해야 하므로 '$80kg$'은 틀리고 올바른 값은 $20kg$이다.
③ X — $40kg$은 반감기를 4번만 적용한 값이다. 실제로는 5번 적용해야 하므로 '$40kg$'은 틀리고 올바른 값은 $20kg$이다.
④ O — 반감기 5회가 지나면 $640kg$의 $1/2^5$이 남으므로 $20kg$이다.

NoteBase

오답 포인트

‘5번의 반감기’를 처음 질량을 5로 나누는 것으로 처리하면 ①이 나온다. 반감기 횟수는 나눗셈의 제수가 아니라 1/2의 지수이므로 $640/2^5$로 계산해야 한다. 또한 ②와 ③은 반감기 횟수를 각각 3회와 4회로 적게 센 값이다.

다시 나오면 이렇게 판단

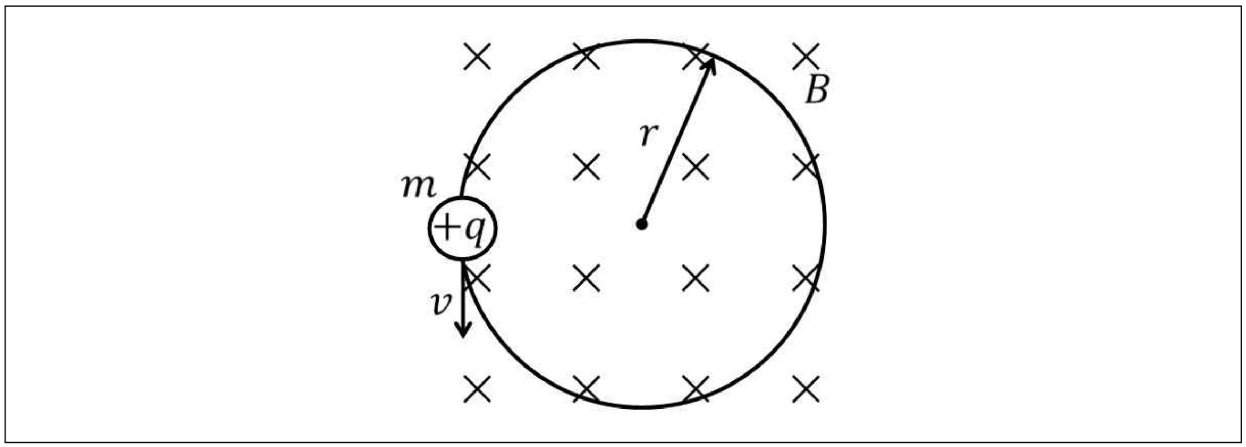
먼저 경과 시간/반감기로 반감기 횟수 n을 구한 뒤, 처음 양에 $(1/2)^n$을 곱한다. 마지막으로 질량 단위가 처음과 같은지 확인한다.

암기 포인트

반감기 n회 후의 남은 양은 처음 양의 $1/2^n$이다.

NoteBase

문 8. 그림과 같이 균일한 자기장 B에 수직한 방향으로 질량 m인 전하 $+q$가 속력 v로 입사하여 반지름 r인 원운동을 하고 있다. 전하의 운동을 설명한 것으로 옳지 않은 것은?



① 전하의 가속도 크기는 $\frac{qvB}{r}$이다.

② 원운동의 주기는 $\frac{2\pi m}{qB}$이다.

③ 원운동의 반지름은 $\frac{mv}{qB}$이다.

④ 전하의 운동에너지는 $\frac{1}{2}mv^2$이다.

정답 1번

출제 포인트

균일한 자기장에 수직으로 입사한 전하가 받는 자기력을 구심력과 같게 두어 가속도, 주기, 반지름을 구하고, 자기력이 운동에너지를 바꾸지 않는다는 점을 판단하는 문제이다.

조건 정리

전하량은 $+q$, 질량은 m, 속력은 v, 자기장 세기는 B이며 속도와 자기장은 서로 수직이다. 따라서 자기력의 크기는 qvB이고, 자기력은 매 순간 속도에 수직으로 작용하여 반지름 r인 등속 원운동의 구심력이 된다.

사용할 공식

자기력과 구심력의 관계는

$qvB = \frac{mv^2}{r}$

이다. 이 식에서

$a = \frac{v^2}{r} = \frac{qvB}{m}, \quad r = \frac{mv}{qB}, \quad T = \frac{2\pi r}{v} = \frac{2\pi m}{qB}$

를 얻는다. 자기력은 속도와 수직이므로 일을 하지 않아 속력과 운동에너지는 일정하다.

NoteBase

계산 과정

1. 자기력 qvB를 구심력 mv^2/r와 같게 둔다.
2. 양변을 m으로 나누면 가속도는 $a = qvB/m$이다.
3. 같은 식을 r에 관해 정리하면 $r = mv/(qB)$이다.
4. $T = 2\pi r/v$에 반지름을 대입하면 $T = 2\pi m/(qB)$이다.

선지 판단

① X — 가속도는 자기력을 질량으로 나눈 값이므로 qvB/r가 아니다. 틀린 표현 qvB/r → 올바르게는 qvB/m이다. 따라서 옳지 않은 선지이다.
② O — $T = 2\pi r/v$에 $r = mv/(qB)$를 대입하면 $T = 2\pi m/(qB)$가 된다.
③ O — $qvB = mv^2/r$를 반지름에 관해 정리하면 $r = mv/(qB)$가 된다.
④ O — 자기력은 속도에 수직이어서 일을 하지 않으므로 속력 v가 일정하고 운동에너지는 $K = mv^2/2$로 유지된다.

오답 포인트

①은 자기력 qvB와 가속도 a를 바로 연결하면서 뉴턴의 제2법칙 $F = ma$의 질량 m을 빠뜨리게 하는 함정이다. 또한 원운동의 가속도 v^2/r에 이미 반지름 r이 들어가므로 자기력을 다시 r로 나누지 않는다.

다시 나오면 이렇게 판단

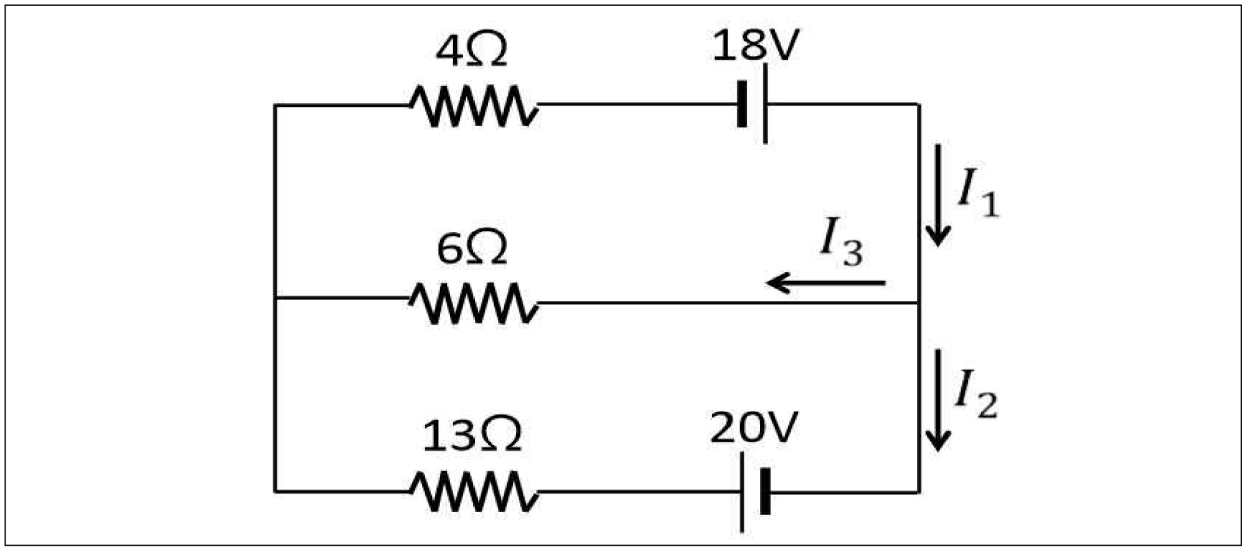
속도와 자기장이 수직인 자기장 원운동에서는 먼저 $qvB = mv^2/r$를 세운 뒤, 요구량에 맞게 정리한다. 에너지 변화는 자기력과 속도의 수직 여부를 확인하여 판단한다.

암기 포인트

자기장 속 원운동은 $a = qvB/m$, $r = mv/(qB)$, $T = 2\pi m/(qB)$이며, 자기력은 일을 하지 않아 운동에너지가 일정하다.

NoteBase

문 9. 그림과 같은 회로에서 전류 I_2와 I_3는 각각 몇 A의 전류가 흐르는가?



① 2 A, 0.5 A

② 2 A, 1 A

③ 2 A, 2 A

④ 1 A, 1 A

정답 2번

출제 포인트

키르히호프의 전류 법칙과 전압 법칙을 이용하여 병렬로 연결된 세 가지의 가지 전류를 구하는 문제이다.

조건 정리

왼쪽 도선의 전위를 V_L, 오른쪽 도선의 전위를 V_R라 하고 $V = V_R - V_L$로 둔다. 각 가지의 전류는 계산을 위해 모두 왼쪽에서 오른쪽을 양의 방향으로 잡는다. 위쪽 가지에는 4Ω과 $18V$ 전지가, 가운데 가지에는 6Ω이, 아래쪽 가지에는 13Ω과 $20V$ 전지가 있다.

사용할 공식

옴의 법칙은 $V = IR$이고, 한 접점에서 전류의 대수합은 0이다. 그림의 전지 극성과 정한 전류 방향을 반영하면 세 가지 전류는 각각 $j_t = (18 - V)/4$, $j_m = -V/6$, $j_b = (-20 - V)/13$이다. 두 도선 사이에 세 가지가 병렬로 연결되어 있으므로 접점에서 $j_t + j_m + j_b = 0$을 적용한다.

NoteBase

계산 과정

접점 방정식은 다음과 같다.
$(18 - V)/4 - V/6 + (-20 - V)/13 = 0$
양변에 156을 곱하면 $702 - 39V - 26V - 240 - 12V = 0$이므로 $V = 6V$이다. 따라서 가운데 가지는 $j_m = -6/6 = -1A$, 아래쪽 가지는 $j_b = (-20 - 6)/13 = -2A$이다. 음수는 실제 전류가 정한 방향과 반대인 오른쪽에서 왼쪽으로 흐른다는 뜻이다. 그러므로 $I_3 = 1A$, $I_2 = 2A$이다. 위쪽 가지 전류는 $3A$이며, 오른쪽 접점에서도 $3A = 2A + 1A$로 검산된다.

선지 판단

① X — $I_2 = 2A$는 맞지만 '$I_3 = 0.5A$'가 틀리다. 올바르게는 $I_3 = 1A$이다.
② O — 계산 결과 $I_2 = 2A$, $I_3 = 1A$이므로 두 값이 모두 일치한다.
③ X — $I_2 = 2A$는 맞지만 '$I_3 = 2A$'가 틀리다. 올바르게는 $I_3 = 1A$이다.
④ X — $I_3 = 1A$는 맞지만 '$I_2 = 1A$'가 틀리다. 올바르게는 $I_2 = 2A$이다.

오답 포인트

전지의 긴 선이 양극이라는 점과 가지 전류의 부호를 함께 반영해야 한다. 계산된 가지 전류가 음수이면 전류의 크기가 음수인 것이 아니라 실제 방향이 처음 정한 방향과 반대라는 뜻이다. 또한 I_2와 I_3는 서로 다른 도선 구간의 전류이므로 같은 값으로 단정할 수 없다.

다시 나오면 이렇게 판단

병렬 회로는 두 공통 노드의 전위차를 하나의 미지수로 두고, 각 가지 전류를 옴의 법칙으로 표현한 뒤 접점의 전류 보존식을 푼다. 마지막에는 화살표 방향과 계산값의 부호를 비교하고 접점에서 유입 전류와 유출 전류가 같은지 확인한다.

암기 포인트

긴 전지선은 양극이고, 가지 전류의 음수 부호는 실제 방향이 가정한 방향과 반대임을 뜻한다. 접점에서는 들어오는 전류의 합과 나가는 전류의 합이 같다.

NoteBase

문 10. 진폭이 각각 A, $\frac{2}{3}A$, $\frac{1}{2}A$인 세 개의 사인형 파동이 같은 방향으로 진행한다. 진동수와 파장이 모두 같고, 위상 수는 차례로 0, $\frac{\pi}{2}$, π이다. 세 파동의 합성파의 진폭은 얼마인가?

① $\frac{2}{3}A$

② $\frac{5}{6}A$

③ $\frac{3}{4}A$

④ A

정답 2번

출제 포인트

같은 진동수와 파장을 가진 사인형 파동을 위상자 벡터로 나타내어 합성 진폭을 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 진폭과 위상은 각각 A, 0, $\frac{2}{3}A$, $\frac{\pi}{2}$, $\frac{1}{2}A$, π이다.
구해야 할 값은 세 위상자의 벡터합의 크기이다.
위상이 0과 π인 두 파동은 서로 반대 방향이고, 위상이 $\frac{\pi}{2}$인 파동은 이들과 수직 방향이다.

사용할 공식

위상 ϕ인 진폭 a의 성분은 $a\cos\phi$와 $a\sin\phi$이므로 합성 진폭은
A_합=√(≤ft(Σ a_i_i)^2+≤ft(Σ a_i_i)^2)이다.
세 파동은 진동수와 파장이 같아 위상 관계가 일정하므로 위상자를 벡터로 합성할 수 있다.

계산 과정

위상 0과 π인 성분을 합하면
$A - \frac{1}{2}A = \frac{1}{2}A$이다.
위상 $\frac{\pi}{2}$인 성분은 이에 수직이며 크기가 $\frac{2}{3}A$이다. 따라서
A_합=≤ft((1)/(2)A)^2+≤ft((2)/(3)A)^2=A(1)/(4)+(4)/(9)=(5)/(6)A이다.

선지 판단

① X — $\frac{2}{3}A$는 위상 $\frac{\pi}{2}$인 한 파동의 진폭만 나타낸다. 서로 반대 위상인 두 파동의 잔여 성분 $\frac{1}{2}A$도 합성해야 하며, 올바른 합성 진폭은 $\frac{5}{6}A$이다.
② O — 두 직교 성분 $\frac{1}{2}A$와 $\frac{2}{3}A$의 제곱합의 제곱근이 $\frac{5}{6}A$이므로 계산 결과와 일치한다.
③ X — $\frac{3}{4}A$는 위상자 성분의 벡터합과 일치하지 않는다. 올바르게는 $\sqrt{(\frac{1}{2}A)^2 + (\frac{2}{3}A)^2} = \frac{5}{6}A$이다.
④ X — A는 첫 번째 파동 하나의 진폭이며 세 파동의 위상 차이를 반영한 합성 진폭이 아니다. 올바른 값은 $\frac{5}{6}A$이다.

NoteBase

오답 포인트

진폭을 단순히 더하거나 빼면 안 된다. 특히 $\frac{2}{3}A$ 성분은 나머지 성분과 위상이 $\frac{\pi}{2}$만큼 달라 수직이므로, 먼저 같은 축 성분끼리 합한 뒤 피타고라스 관계로 크기를 구해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

각 파동을 $a\cos\phi$와 $a\sin\phi$ 성분으로 분해하고, 같은 축 성분끼리 합한 뒤 합성 벡터의 크기를 구한다.

암기 포인트

같은 위상은 더하고, 반대 위상은 빼며, 위상차가 $\frac{\pi}{2}$이면 직교 성분으로 제곱합의 제곱근을 구한다.

NoteBase

문 11. 전자기파는 파장에 따라 분류할 수 있다. 다음 중 전자기파를 파장이 긴 것부터 순서대로 가장 옳게 나열한 것은?

① 마이크로파 - 적외선 - 가시광선 - 자외선 - X선

② 적외선 - 마이크로파 - 가시광선 - X선 - 자외선

③ X선 - 마이크로파 - 적외선 - 가시광선 - 자외선

④ 가시광선 - 마이크로파 - 적외선 - 자외선 - X선

정답 1번

출제 포인트

전자기파 스펙트럼에서 마이크로파, 적외선, 가시광선, 자외선, X선의 파장 순서를 묻는 문제이다.

올바른 순서

파장이 긴 것부터의 순서는 마이크로파 → 적외선 → 가시광선 → 자외선 → X선이다.
전자기파는 파장이 짧아질수록 진동수와 광자 에너지가 커진다. 따라서 마이크로파는 적외선보다 파장이 길고, 자외선은 가시광선보다 짧으며, X선은 자외선보다도 짧다.

선지별 해설

① O — 마이크로파 → 적외선 → 가시광선 → 자외선 → X선은 파장이 긴 것부터 짧은 것까지의 올바른 순서이다.
② X — '적외선 - 마이크로파'와 'X선 - 자외선'의 선후가 각각 바뀌었다. 올바르게는 마이크로파 → 적외선 → 가시광선 → 자외선 → X선이다.
③ X — 'X선 - 마이크로파'에서 파장이 매우 짧은 X선을 맨 앞에 둔 것이 틀렸다. 올바르게는 마이크로파 → 적외선 → 가시광선 → 자외선 → X선이다.
④ X — '가시광선 - 마이크로파 - 적외선'에서 가시광선을 마이크로파와 적외선보다 앞에 둔 것이 틀렸다. 올바르게는 마이크로파 → 적외선 → 가시광선 → 자외선 → X선이다.

오답 포인트

파장이 긴 순서와 진동수·에너지가 큰 순서를 혼동하는 것이 함정이다. 파장이 긴 순서는 마이크로파에서 X선 방향이고, 진동수와 광자 에너지가 큰 순서는 그 반대 방향이다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 문제에서 파장이 긴 순서인지 짧은 순서인지 확인한다. 긴 순서라면 마이크로파 → 적외선 → 가시광선 → 자외선 → X선을 적용하고, 진동수나 광자 에너지를 묻는다면 이 순서를 반대로 판단한다.

NoteBase

암기 포인트

긴 파장부터 '마-적-가-자-X'이다.

NoteBase

문 12. 다음 중 벡터양이 아닌 것은?

① 전기장

② 가속도

③ 온도

④ 힘

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 크기와 방향을 모두 가지는 벡터양과 크기만 가지는 스칼라양을 구분하는 문제이다.

핵심 개념

벡터양: 크기와 방향을 함께 가져야 완전히 표현되는 물리량이다. 전기장, 가속도, 힘이 이에 해당한다.
스칼라양: 방향 없이 크기만으로 표현되는 물리량이다. 온도가 이에 해당한다.
결정적인 구분 기준은 방향의 유무이다.

선지별 해설

① X — 전기장은 시험 전하에 작용하는 힘의 방향으로 방향이 정해지는 벡터양이다. '벡터양이 아닌 것'이라는 분류가 틀리며, 올바르게는 전기장은 벡터양이다.
② X — 가속도는 속도의 시간에 따른 변화량이므로 크기와 방향을 모두 가지는 벡터양이다. '벡터양이 아닌 것'이라는 분류가 틀리며, 올바르게는 가속도는 벡터양이다.
③ O — 온도는 방향 없이 크기만으로 나타내는 스칼라양이므로 벡터양이 아니다.
④ X — 힘은 크기와 작용 방향을 함께 가지며 여러 힘을 벡터 합성하는 벡터양이다. '벡터양이 아닌 것'이라는 분류가 틀리며, 올바르게는 힘은 벡터양이다.

오답 포인트

전기장과 가속도는 수치로 크기를 표시할 수 있다는 이유만으로 스칼라양으로 오인하기 쉽다. 그러나 크기를 숫자로 나타낼 수 있는지는 구분 기준이 아니며, 물리량을 완전히 정하려면 방향까지 필요한지가 기준이다.

다시 나오면 이렇게 판단

각 물리량을 나타낼 때 방향 정보가 반드시 필요한지 확인한다. 방향이 필요하면 벡터양이고, 크기만으로 충분하면 스칼라양이다.

암기 포인트

전기장·가속도·힘은 벡터, 온도는 스칼라이다.

NoteBase

문 13. 다음 중 “한 원자 내에 있는 두 개의 전자는 똑같은 양자 상태를 가질 수 없다”와 관련된 원리는?

① 파울리 배타 원리

② 하위헌스 원리

③ 해밀튼 원리

④ 페르마 원리

정답 1번

출제 포인트

한 원자 안의 두 전자가 동일한 양자 상태를 가질 수 없다는 원리를 다른 물리학 원리들과 구별하는 문제이다.

핵심 개념

파울리 배타 원리는 한 원자 안에서 두 전자의 네 양자수 조합이 모두 같을 수 없다는 원리이다. 하위헌스 원리는 파동면의 각 점을 새로운 이차 파동의 근원으로 보는 파동 전파 원리이고, 해밀튼 원리는 실제 운동 경로에서 작용이 정지값을 갖는다는 역학 원리이며, 페르마 원리는 빛이 이동 시간이 정지값을 갖는 경로를 따른다는 광학 원리이다.

선지별 해설

① O — 파울리 배타 원리는 한 원자 내의 두 전자가 완전히 같은 양자 상태를 가질 수 없다고 설명하므로 제시문과 일치한다.
② X — 틀린 표현은 ‘하위헌스 원리’이다. 하위헌스 원리는 파동면의 각 점에서 이차 파동이 발생한다고 보는 원리이며, 제시문에 해당하는 올바른 원리는 파울리 배타 원리이다.
③ X — 틀린 표현은 ‘해밀튼 원리’이다. 해밀튼 원리는 물체의 실제 운동 경로에서 작용이 정지값을 갖는다는 원리이며, 제시문에 해당하는 올바른 원리는 파울리 배타 원리이다.
④ X — 틀린 표현은 ‘페르마 원리’이다. 페르마 원리는 빛이 이동 시간이 정지값을 갖는 경로를 따른다는 원리이며, 제시문에 해당하는 올바른 원리는 파울리 배타 원리이다.

오답 포인트

②~④는 모두 사람 이름이 붙은 물리학 원리이지만 적용 영역이 다르다. ‘두 전자’와 ‘같은 양자 상태를 가질 수 없다’는 표현은 파동 전파, 역학의 작용, 빛의 경로가 아니라 전자의 양자 상태를 제한하는 파울리 배타 원리를 가리킨다.

다시 나오면 이렇게 판단

전자와 동일한 양자 상태의 금지가 함께 나오면 파울리 배타 원리로 판단한다. 파동면은 하위헌스, 작용의 정지값은 해밀튼, 빛의 이동 시간 또는 광학 경로의 정지값은 페르마 원리로 구별한다.

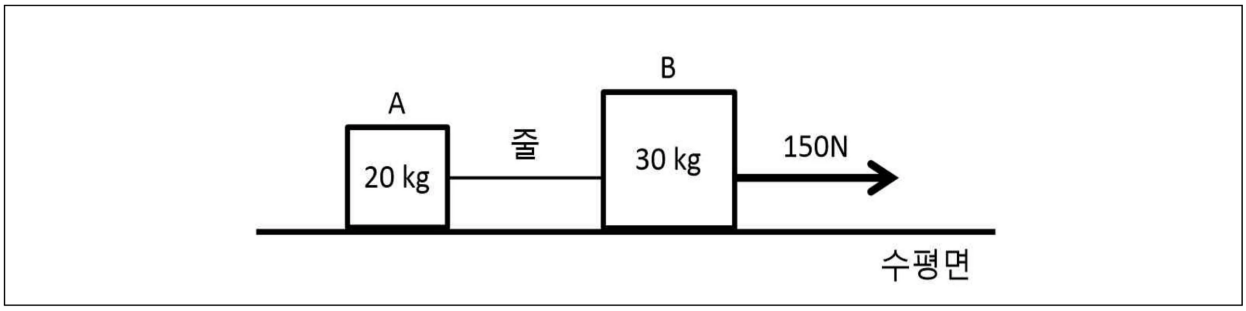
NoteBase

암기 포인트

파울리는 전자의 동일 상태를 배타한다.

NoteBase

문 14. 그림과 같이 마찰이 없는 수평면에서 질량이 각각 20 kg, 30 kg인 물체 A, B를 줄로 연결하고, B에 크기가 150 N인 힘을 수평 방향으로 작용했을 때, 줄이 A를 당기는 힘의 크기는? (단, 줄의 질량과 공기 저항은 무시한다.)



① 40 N

② 60 N

③ 80 N

④ 100 N

정답 2번

출제 포인트

두 물체를 하나의 계로 보아 공통 가속도를 구한 뒤, 물체 A에 뉴턴의 제2법칙을 적용하여 줄의 장력을 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 물체 A의 질량은 $20kg$, 물체 B의 질량은 $30kg$, 외력은 $150N$이다.
구해야 할 값: 줄이 A를 당기는 힘, 즉 장력 T이다.
주의할 조건: 수평면에 마찰이 없고 줄의 질량을 무시하므로 A와 B는 같은 가속도로 운동한다.

사용할 공식

두 물체 전체에 대해서는 $F = (m_A + m_B)a$이고, 물체 A만 분리하면 $T = m_A a$이다.
전체 계에 작용하는 수평 외력은 $150N$이며, 장력은 계 내부의 힘이므로 전체 계의 운동을 구할 때 서로 상쇄된다.

NoteBase

계산 과정

1. 전체 질량은 $20kg + 30kg = 50kg$이다.
2. 두 물체의 공통 가속도는 $a = \frac{150N}{50kg} = 3m/s^2$이다.
3. 물체 A의 수평 방향 힘은 장력뿐이므로 $T = m_A a = (20kg)(3m/s^2) = 60N$이다.

선지 판단

① X — '$40N$'은 계산 결과와 다르다. 올바르게는 공통 가속도 $3m/s^2$에 A의 질량 $20kg$을 곱한 $60N$이다.
② O — $T = (20kg)(3m/s^2) = 60N$이므로 계산 결과와 일치한다.
③ X — '$80N$'은 계산 결과와 다르다. 올바른 장력은 $60N$이다.
④ X — '$100N$'은 계산 결과와 다르다. 올바른 장력은 $60N$이며, 외력 $150N$ 전체가 A에 작용하는 것이 아니다.
계산 결과가 $60N$이므로 정답은 2번이다.

오답 포인트

외력 $150N$을 A에 바로 적용하거나, 전체 질량이 아닌 한 물체의 질량만으로 공통 가속도를 구하면 틀린다. 먼저 A와 B 전체의 질량으로 가속도를 구하고, 그다음 A만 분리하여 장력을 계산해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

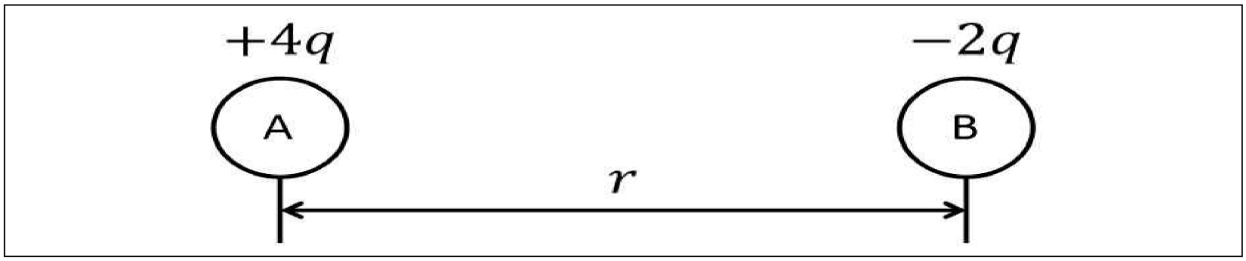
연결된 물체 문제에서는 먼저 전체 계에 $F = ma$를 적용하여 공통 가속도를 구한 뒤, 장력을 구하려는 한 물체만 분리하여 다시 $F = ma$를 적용한다.

암기 포인트

전체 계로 가속도, 한 물체로 장력을 구한다.

NoteBase

문 15. 그림과 같이 $+4q$, $-2q$로 대전된 같은 크기의 동일한 금속구 A, B를 거리 r만큼 떨어뜨려 놓았더니, A와 B 사이에는 크기가 F인 전기력이 작용하였다. A, B를 접촉시켰다가 다시 $2r$만큼 떨어뜨려 놓을 때, A와 B 사이에 작용하는 전기력의 크기는?



① $\frac{1}{2}F$
② $\frac{1}{8}F$
③ $\frac{1}{16}F$
④ $\frac{1}{32}F$

정답 4번

출제 포인트

같은 크기의 동일한 금속구를 접촉시켰을 때 전하가 똑같이 분배된다는 점과, 쿨롱 힘이 두 전하량의 곱에 비례하고 거리의 제곱에 반비례한다는 점을 함께 적용하는 문제이다.

조건 정리

처음 전하량은 각각 $+4q$, $-2q$이고 거리는 r이다. 두 금속구의 전체 전하량은 $+2q$이므로, 같은 크기의 동일한 금속구를 접촉시켰다가 떼면 각각 $+q$를 띤다. 접촉 후 두 금속구 사이의 거리는 $2r$이다.

사용할 공식

두 점전하 사이에 작용하는 전기력의 크기는
$F = k\frac{|q_1 q_2|}{d^2}$
이다. 전하량의 곱과 거리의 제곱이 모두 변하므로 접촉 전후의 힘을 각각 이 식으로 구해 비교한다.

NoteBase

계산 과정

접촉 전 전기력의 크기는
$F = k\frac{|(+4q)(-2q)|}{r^2} = \frac{8kq^2}{r^2}$
이다. 접촉 후에는 각 금속구의 전하량이 $+q$, 거리가 $2r$이므로
$F' = k\frac{|(+q)(+q)|}{(2r)^2} = \frac{kq^2}{4r^2}$
이다. 따라서
$\frac{F'}{F} = \frac{kq^2/(4r^2)}{8kq^2/r^2} = \frac{1}{32}$
이므로 접촉 후 전기력의 크기는 $F' = \frac{1}{32}F$이다.

선지 판단

① X — $\frac{1}{2}F$가 아니라 $\frac{1}{32}F$이다. 접촉 후 전하량의 곱은 처음의 $\frac{1}{8}$, 거리 제곱에 따른 힘은 처음의 $\frac{1}{4}$이므로 두 비율을 곱해야 한다.
② X — $\frac{1}{8}F$가 아니라 $\frac{1}{32}F$이다. $\frac{1}{8}$은 전하량의 곱 변화만 반영한 값이며, 거리가 r에서 $2r$로 늘어 힘이 다시 $\frac{1}{4}$이 되는 효과가 빠져 있다.
③ X — $\frac{1}{16}F$가 아니라 $\frac{1}{32}F$이다. 접촉 후 각 전하가 $+q$가 되어 전하량의 곱이 $8q^2$에서 q^2로 줄어드는 비율은 $\frac{1}{8}$이며, 이를 거리 변화 비율 $\frac{1}{4}$과 곱하면 $\frac{1}{32}$이다.
④ O — 접촉 후 힘은 $F' = \frac{1}{32}F$이므로 계산 결과와 일치한다.

오답 포인트

접촉 후 전하량만 다시 구하고 거리 변화까지 반영하지 않으면 ②를 고르기 쉽다. 전하량의 곱 변화 $\frac{1}{8}$과 거리 제곱에 따른 변화 $\frac{1}{4}$을 별도로 구한 뒤 곱해야 한다. 처음에는 서로 다른 부호라 인력이고 접촉 후에는 모두 양전하라 척력이지만, 이 문항은 힘의 크기만 묻는다.

다시 나오면 이렇게 판단

동일한 금속구의 접촉 문제에서는 먼저 전체 전하량을 보존하여 똑같이 나눈다. 그다음 쿨롱 법칙에서 전하량의 곱이 변한 비율과 거리의 제곱이 변한 비율을 각각 계산해 곱한다.

암기 포인트

동일 금속구 접촉은 총전하를 균등 분배하고, 쿨롱 힘은 전하량의 곱에 비례하며 거리의 제곱에 반비례한다.

NoteBase

문 16. 다음 중 빛(광파)과 소리(음파)에 대한 설명으로 가장 옳은 것은?

① 빛은 매질이 있어야만 에너지가 전달되는 파동이다.

② 빛과 진동 형태가 비슷한 파동으로는 지진파의 p파가 있다.

③ 빛은 종파이고, 소리는 횡파이다.

④ 빛이 속력이 느린 매질에서 빠른 매질로 진행할 때, 전반사가 발생할 수 있다.

정답 4번

출제 포인트

빛과 소리가 매질을 필요로 하는지, 횡파와 종파 중 어느 형태인지, 전반사가 일어나는 조건이 무엇인지를 구별하는 문제이다.

핵심 개념

빛: 전기장과 자기장의 진동이 진행 방향에 수직인 전자기 횡파이며, 진공에서도 진행한다.
소리: 매질의 진동으로 전달되는 역학적 파동이며, 공기와 같은 유체에서는 매질의 진동 방향이 진행 방향과 나란한 종파이다.
전반사: 빛이 굴절률이 큰 매질, 즉 빛의 속력이 느린 매질에서 굴절률이 작은 매질, 즉 빛의 속력이 빠른 매질로 진행하면서 입사각이 임계각보다 클 때 발생한다.

선지별 해설

① X — 틀린 표현은 '매질이 있어야만'이다. 빛은 전자기파이므로 매질 없이 진공에서도 에너지를 전달한다.
② X — 틀린 표현은 '진동 형태가 비슷한 파동으로는 지진파의 p파'이다. 빛은 횡파이지만 지진파의 P파는 입자의 진동 방향과 진행 방향이 나란한 종파이다. 빛과 같은 횡파 형태에 해당하는 지진파는 S파이다.
③ X — '빛은 종파이고, 소리는 횡파'는 두 파동의 분류를 서로 바꾼 표현이다. 올바르게는 빛은 횡파이고, 공기 중의 소리는 종파이다.
④ O — 빛이 속력이 느린 매질에서 빠른 매질로 진행할 때 굴절광이 경계면 쪽으로 꺾이며, 입사각이 임계각보다 크면 전반사가 발생할 수 있다.

오답 포인트

③처럼 빛과 소리의 파동 형태를 뒤바꾸거나, ④에서 전반사의 진행 방향을 '빠른 매질에서 느린 매질로'로 혼동하기 쉽다. 전반사는 느린 매질에서 빠른 매질로 갈 때만 가능하다는 점이 핵심이다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 매질 필요 여부를 보면 빛은 불필요하고 소리는 필요하다. 다음으로 진동 방향을 보면 빛은 횡파, 공기 중 소리와 지진파 P파는 종파, 지진파 S파는 횡파이다. 전반사는 빛의 속력이 느린 매질에서 빠른 매질로 진행하는 경우에만 검토한다.

암기 포인트

빛은 진공에서도 진행하는 횡파, 공기 중 소리와 P파는 종파, S파는 횡파이다. 전반사는 느린 매질에서 빠른 매질로 갈 때 가능하다.

NoteBase

문 17. 높이 $h = 90$ m에서 질량 m인 물체를 연직 상방을 향해 속도 15 m/s로 던져 올렸다. 바닥($h = 0$ m)에 떨어질 때까지 걸리는 시간은? (단, 공기 저항은 무시하고, 중력가속도의 크기는 10 m/s^{2}이다.)

① 4초

② 6초

③ 8초

④ 10초

정답 2번

출제 포인트

연직 운동의 위치식을 세우고, 물체가 바닥에 도달하는 양의 시간을 구하는 문제이다.

조건 정리

처음 높이는 $y_0 = 90m$, 처음 속도는 위쪽으로 $v_0 = 15m/s$, 가속도는 아래쪽으로 $a = -10m/s^2$이다. 구해야 할 값은 위치가 $y = 0m$이 되는 시간이다. 위쪽을 양의 방향으로 정했으므로 중력가속도에 음의 부호를 붙인다.

사용할 공식

등가속도 운동의 위치식은 $y = y_0 + v_0t + \frac{1}{2}at^2$이다. 공기 저항이 없고 중력가속도가 일정하므로 이 식을 사용할 수 있다.

계산 과정

바닥에서 $y = 0m$이므로 $0 = 90 + 15t - 5t^2$이다. 이를 정리하면 $t^2 - 3t - 18 = 0$이고, 인수분해하면 $(t - 6)(t + 3) = 0$이다. 따라서 $t = 6s$ 또는 $t = -3s$인데, 던진 뒤의 시간을 구하므로 음의 해를 버려 $t = 6s$이다.

선지 판단

① X — $t = 4s$일 때 위치는 $90 + 15 \times 4 - 5 \times 4^2 = 70m$이므로 아직 바닥에 도달하지 않았다. '4초'는 틀리고, 올바른 시간은 '6초'이다.
② O — 위치식의 양의 해가 $t = 6s$이므로 바닥에 떨어질 때까지 걸리는 시간과 일치한다.
③ X — $t = 8s$는 위치식으로 구한 바닥 도달 시각 $6s$보다 늦다. '8초'는 틀리고, 올바른 시간은 '6초'이다.
④ X — $t = 10s$도 바닥 도달 시각 $6s$보다 늦다. '10초'는 틀리고, 올바른 시간은 '6초'이다.

오답 포인트

처음에 위로 던졌다는 이유로 상승 시간과 낙하 시간을 단순히 더하거나, 출발 높이 $90m$를 빠뜨리면 오답이 된다. 또한 이차방정식에서 나온 $t = -3s$는 던지기 전의 수학적 해이므로 실제 운동 시간으로 선택할 수 없다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

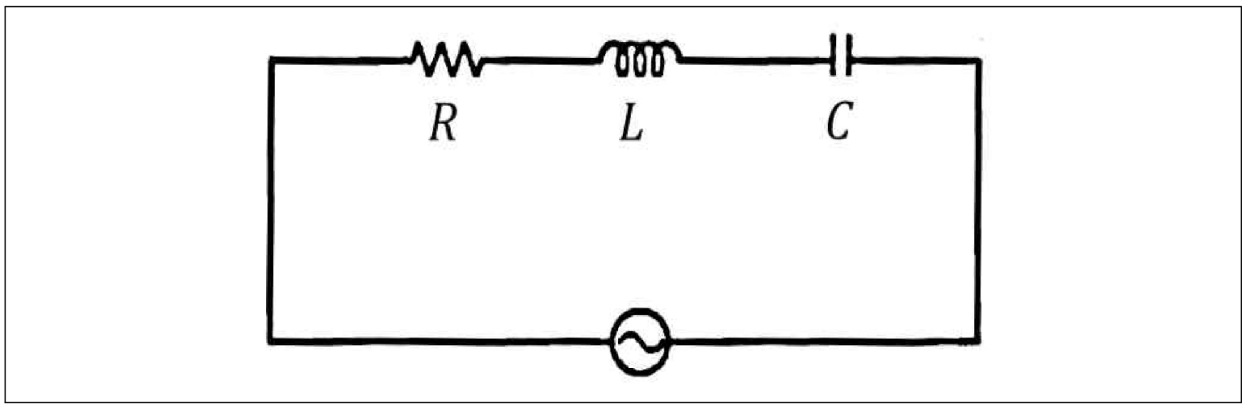
먼저 양의 방향을 정해 중력가속도의 부호를 결정하고, 위치식에 도착 위치를 대입한 뒤 얻은 해 가운데 운동 시작 이후의 양의 시간만 선택한다.

암기 포인트

위쪽을 양으로 잡은 연직 운동에서는 $y = y_0 + v_0 t - \frac{1}{2} g t^2$이며, 실제 경과 시간은 양의 해이다.

NoteBase

문 18. 그림과 같이 저항 R, 코일 L, 축전기 C를 전압의 최댓값이 150 V이고 진동수가 f_0로 일정한 교류 전원에 연결하였다. 저항 R은 40 Ω이고, 저항 양단과 코일 양단에 걸리는 전압의 최댓값은 각각 120 V와 90 V이다. 이 회로의 공명 진동수(f)는?



① $\frac{1}{2}f_0$
② $\frac{1}{\sqrt{2}}f_0$
③ f_0
④ $\sqrt{2}f_0$

정답 4번

출제 포인트

직렬 RLC 회로에서 전압의 위상 관계로 현재 주파수에서의 유도 리액턴스와 용량 리액턴스를 구한 뒤, 공명 조건 $X_L = X_C$를 이용해 공명 진동수를 찾는 문제이다.

조건 정리

전원 전압의 최댓값은 $V = 150V$, 저항 전압은 $V_R = 120V$, 코일 전압은 $V_L = 90V$, 저항은 $R = 40\Omega$이다.
직렬 회로이므로 각 소자에 흐르는 전류의 최댓값은 같고, 저항 전압은 전류와 같은 위상이며 코일 전압과 축전기 전압은 서로 반대 위상이다.

사용할 공식

직렬 RLC 회로의 전압 관계는
$V^2 = V_R^2 + (V_L - V_C)^2$
이다. 또한 $X_L = 2\pi fL$, $X_C = 1/(2\pi fC)$이고, 공명할 때 $X_L = X_C$이다.
전압을 단순히 더하지 않고 제곱합을 사용하는 이유는 저항 전압과 순수 리액턴스 전압의 위상이 90° 다르기 때문이다.

NoteBase

계산 과정

1. 전류의 최댓값은 $I = V_R/R = 120/40 = 3A$이다.
2. 전압 관계에 주어진 값을 대입하면
$150^2 = 120^2 + (90 - V_C)^2$
이므로 $|90 - V_C| = 90$이다. 축전기에 전류가 흐르는 유한한 직렬 회로에서 $V_C = 0$인 해는 성립하지 않으므로 $V_C = 180V$이다.
3. 주파수 f_0에서
$X_L = V_L/I = 90/3 = 30\Omega, \qquad X_C = V_C/I = 180/3 = 60\Omega$
이다.
4. 공명 각진동수를 ω, 현재 각진동수를 ω_0라 하면
$\frac{\omega}{\omega_0} = \sqrt{\frac{X_C}{X_L}} = \sqrt{\frac{60}{30}} = \sqrt{2}$
이다. 따라서 $f = \sqrt{2}f_0$이다.

선지 판단

① X — $\frac{1}{2}f_0$에서는 공명 조건을 만족하지 않는다. 틀린 값 $\frac{1}{2}f_0 \rightarrow$ 올바르게는 $\sqrt{2}f_0$이다.
② X — $\sqrt{X_C/X_L}$의 분자와 분모를 뒤집으면 나오는 값이다. 틀린 값 $\frac{1}{\sqrt{2}}f_0 \rightarrow$ 올바르게는 $\sqrt{2}f_0$이다.
③ X — 주파수 f_0에서 $V_L = 90V$, $V_C = 180V$이므로 $X_L \neq X_C$이고 아직 공명 상태가 아니다. 틀린 값 $f_0 \rightarrow$ 올바르게는 $\sqrt{2}f_0$이다.
④ O — 계산한 공명 진동수 $f = \sqrt{2}f_0$와 일치한다.

오답 포인트

전원 전압 $150V$을 $V_R + V_L - V_C$처럼 대수적으로 계산하면 안 된다. 저항 전압과 리액턴스 전압은 위상이 90° 다르므로 $V^2 = V_R^2 + (V_L - V_C)^2$를 사용해야 한다. 또한 현재 진동수 f_0와 공명 진동수 f를 같은 값으로 놓는 실수를 주의한다.

다시 나오면 이렇게 판단

직렬 RLC의 교류 전압 문제가 나오면 $I = V_R/R$로 전류를 구하고, 전압의 벡터 관계로 V_C를 찾은 뒤, $X_L = V_L/I$, $X_C = V_C/I$와 공명 조건을 차례로 적용한다.

암기 포인트

직렬 RLC의 공명은 $X_L = X_C$이며, 어떤 기준 주파수에서의 리액턴스를 알면 $f_{\text{res}}/f_0 = \sqrt{X_C/X_L}$이다.

NoteBase

문 19. 다음 중 반도체에 대한 설명으로 가장 옳지 않은 것은?

① 반도체 물질은 온도가 올라갈수록 전기전도도가 작아지게 된다.

② 순수 반도체에 원자가 전자가 3개인 원소를 도핑한 것은 ‘p형 반도체’이다.

③ p형 반도체와 n형 반도체를 접합하여 만드는 반도체 소자를 ‘p-n 접합 다이오드’라고 한다.

④ 순수 반도체에 불순물 원소를 소량 첨가하는 것을 ‘도핑’이라고 한다.

정답 1번

출제 포인트

반도체의 온도에 따른 전기전도도 변화와 도핑에 따른 p형·n형 반도체, p-n 접합 다이오드의 기본 개념을 구분하는 문제이다.

핵심 개념

반도체: 도체와 절연체의 중간 정도 전기전도도를 가지며, 온도가 올라가면 전하 운반자가 늘어 전기전도도가 증가하는 물질이다.
p형 반도체: 순수 반도체에 원자가 전자가 3개인 원소를 도핑하여 정공이 주된 전하 운반자가 된 반도체이다.
n형 반도체: 순수 반도체에 원자가 전자가 5개인 원소를 도핑하여 전자가 주된 전하 운반자가 된 반도체이다.
도핑은 순수 반도체에 소량의 불순물을 첨가하여 전기적 성질을 조절하는 과정이고, p-n 접합 다이오드는 p형과 n형 반도체를 접합한 소자이다.

선지별 해설

① X — 틀린 표현은 ‘온도가 올라갈수록 전기전도도가 작아지게 된다’이다. 반도체는 온도가 올라가면 전도띠로 들뜬 전자와 정공의 수가 증가하므로 전기전도도가 커진다. 올바르게는 ‘반도체 물질은 온도가 올라갈수록 전기전도도가 커지게 된다’이다.
② O — 순수 반도체에 원자가 전자가 3개인 원소를 첨가하면 전자가 하나 부족한 결합 상태인 정공이 생기며, 정공이 다수 운반자인 p형 반도체가 된다.
③ O — p형 반도체와 n형 반도체를 맞붙여 만든 p-n 접합은 전류를 주로 한 방향으로 흐르게 하는 다이오드의 기본 구조이다.
④ O — 순수 반도체에 전기적 성질을 조절하기 위한 불순물 원소를 소량 첨가하는 과정을 도핑이라고 한다.

오답 포인트

금속과 반도체의 온도 특성을 바꾸어 생각하기 쉽다. 금속은 온도가 올라가면 격자 진동에 의한 전자 산란이 커져 전기전도도가 대체로 감소하지만, 반도체는 전하 운반자 수가 증가하므로 전기전도도가 증가한다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

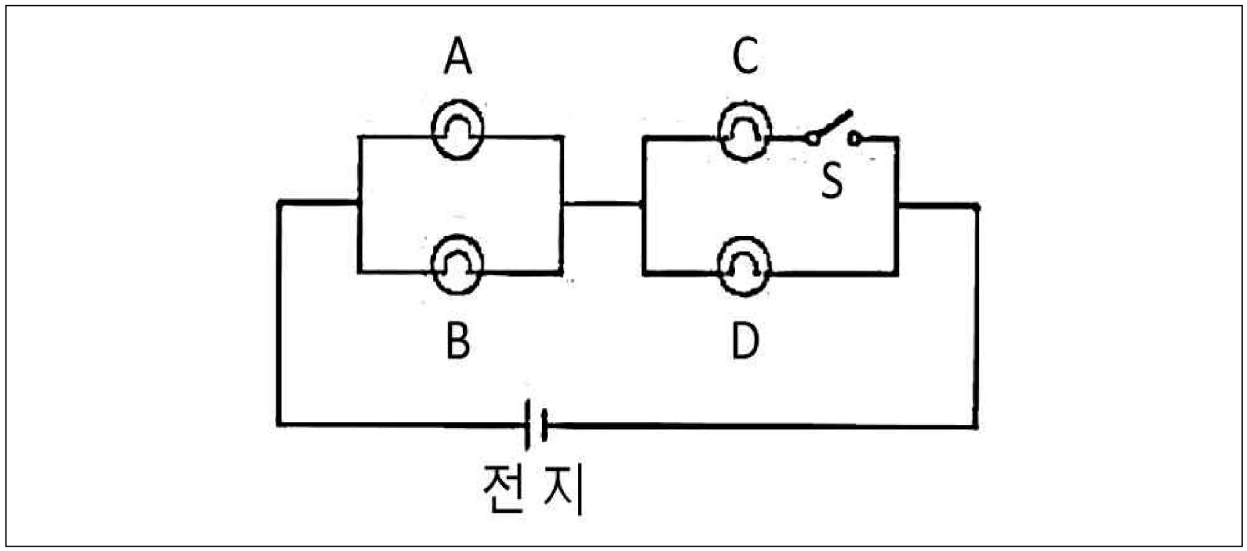
온도 문제에서는 금속과 반도체를 먼저 구분한다. 도핑 문제에서는 원자가 전자가 3개이면 정공이 주된 p형, 5개이면 전자가 주된 n형으로 판단한다.

암기 포인트

반도체는 온도가 오르면 전도도가 증가한다. 3가 불순물은 p형·정공, 5가 불순물은 n형·전자이다.

NoteBase

문 20. 그림은 동일한 4개의 전구 A, B, C, D가 연결된 전기 회로이다. 스위치 S를 닫을 때, 괄호 안에 들어갈 말들을 옳게 나열한 것은?



스위치 S를 닫는다. → 전구 C와 D의 합성저항은 전구 D의 저항보다 (㉠) 한다. → 전구 A에 걸린 전압은 (㉡) 한다. → 전구 B의 소모 전력은 (㉢) 한다.

① ㉠: 증가, ㉡: 증가, ㉢: 감소

② ㉠: 증가, ㉡: 감소, ㉢: 감소

③ ㉠: 감소, ㉡: 증가, ㉢: 증가

④ ㉠: 감소, ㉡: 증가, ㉢: 감소

정답 3번

출제 포인트

스위치를 닫기 전후의 병렬 합성저항을 구하고, 직렬 연결에서의 전압 분배와 전구의 소모 전력 변화를 비교하는 문제이다.

조건 정리

모든 전구의 저항을 R, 전지의 전압을 V라 둔다. A와 B는 항상 병렬이며, 스위치를 열었을 때 오른쪽 부분에는 D만 연결된다. 스위치를 닫으면 C와 D가 병렬로 연결된다.

사용할 공식

동일한 두 저항의 병렬 합성저항은 $R_{eq} = R/2$이다. 직렬로 연결된 두 부분에는 각 합성저항에 비례하여 전압이 분배되며, 전구의 소모 전력은 $P = V_{bulb}^2/R$이다.

NoteBase

계산 과정

1. 스위치를 열었을 때 왼쪽 A·B 병렬 부분의 합성저항은 $R/2$, 오른쪽 D 부분의 저항은 R이다. 전체 저항은 $3R/2$이므로 왼쪽 부분과 전구 A에 걸리는 전압은 $V/3$이다. 따라서 B의 소모 전력은 $V^2/(9R)$이다.
2. 스위치를 닫으면 C와 D가 병렬이 되어 합성저항은 $R/2$로 감소한다. 따라서 ㉠은 감소이다.
3. 이때 왼쪽과 오른쪽 부분의 합성저항이 각각 $R/2$로 같으므로 각 부분에 $V/2$가 걸린다. A의 전압은 $V/3$에서 $V/2$로 증가하므로 ㉡은 증가이다.
4. B의 소모 전력은 $V^2/(9R)$에서 $V^2/(4R)$로 증가하므로 ㉢은 증가이다.

선지 판단

① X — ㉠을 '증가', ㉢을 '감소'라고 한 부분이 틀렸다. 올바르게는 ㉠은 감소, ㉡은 증가, ㉢은 증가이다.
② X — ㉠을 '증가', ㉡과 ㉢을 '감소'라고 한 부분이 모두 틀렸다. 올바르게는 ㉠은 감소, ㉡은 증가, ㉢은 증가이다.
③ O — C와 D의 합성저항은 감소하고, A의 전압과 B의 소모 전력은 모두 증가한다.
④ X — ㉢을 '감소'라고 한 부분이 틀렸다. 올바르게는 B의 전압이 $V/3$에서 $V/2$로 커지므로 B의 소모 전력도 증가한다.

오답 포인트

병렬 가지를 추가하면 그 부분의 합성저항은 감소하지만, 회로 전체 전류는 증가한다. 이 두 변화를 혼동하여 A의 전압이나 B의 전력을 감소한다고 판단하기 쉽다. A와 B가 속한 왼쪽 부분의 합성저항은 그대로이지만 전체 전류가 증가하므로 왼쪽 부분의 전압은 증가한다.

다시 나오면 이렇게 판단

스위치 전후마다 각 병렬 부분의 합성저항을 먼저 구한 뒤, 직렬 전압 분배로 전구의 전압을 비교하고 마지막에 $P = V_{\text{bulb}}^2/R$로 전력 변화를 판단한다.

암기 포인트

동일 저항 두 개를 병렬로 연결하면 합성저항은 절반이 된다. 저항이 일정한 전구에서는 전압이 커지면 소모 전력도 커진다.

NoteBase