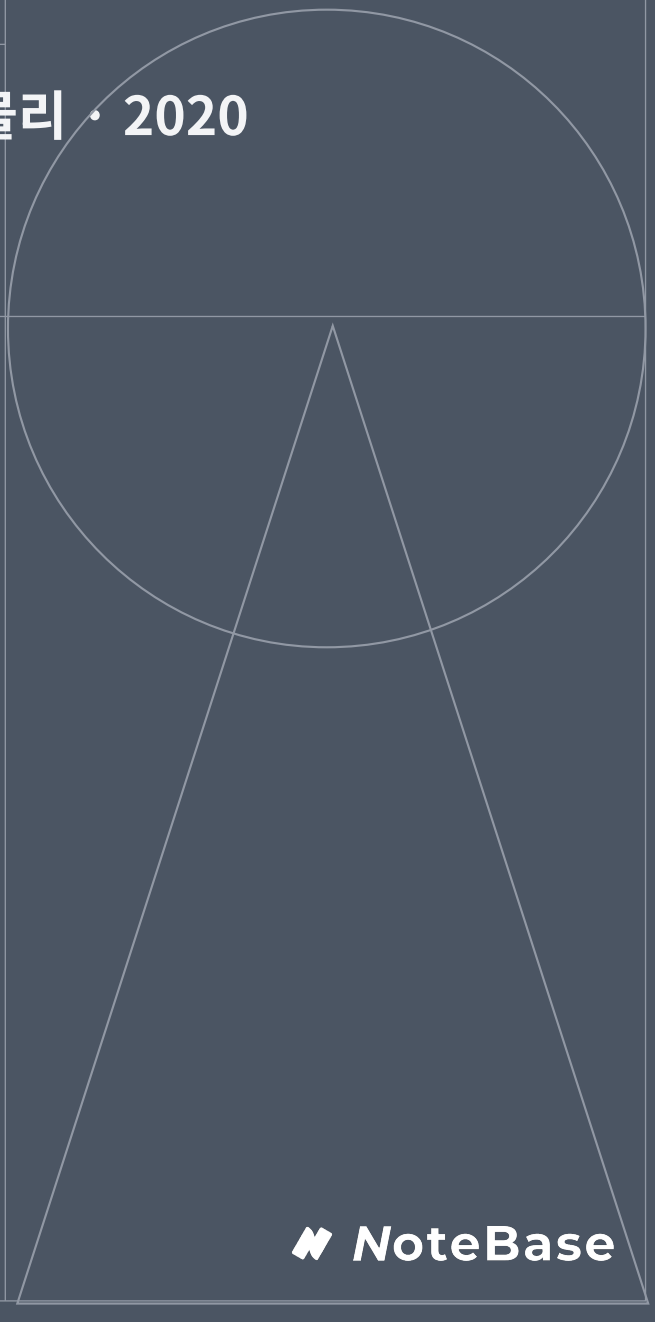
기출OX 해설집

공무원/지방직/9급 경력 · 물리 · 2020



NoteBase

기출OX 해설집

공무원/지방직/9급 경력 · 물리 · 2020

공무원/지방직/9급 경력 · 물리 · 2020

문 1. 온도와 열에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 온도는 물체의 차고 뜨거운 정도를 수량적으로 나타낸 것이다.
② 열기관은 열을 역학적인 일로 바꾸는 장치이다.
③ 열은 자발적으로 저온에서 고온으로 이동할 수 있다.
④ 절대온도에서 1 K 차이는 섭씨온도에서 1 ℃ 차이와 같다.

정답 3번

출제 포인트

온도와 열의 뜻, 열기관의 에너지 전환, 열의 자발적 이동 방향, 절대온도와 섭씨온도의 온도 간격을 구별하는 문제이다.

핵심 개념

온도는 물체의 차갑고 뜨거운 정도를 수량으로 나타낸 물리량이다. 열은 온도 차이 때문에 한 물체에서 다른 물체로 전달되는 에너지이며, 자발적으로는 고온에서 저온으로 이동한다. 열기관은 공급받은 열의 일부를 역학적인 일로 바꾸는 장치이다. 절대온도와 섭씨온도는 기준점은 다르지만 눈금 한 칸의 크기는 같다.

선지별 해설

① O — 온도는 물체가 차갑거나 뜨거운 정도를 수량적으로 나타내는 물리량이다.
② O — 열기관은 고온부에서 받은 열의 일부를 역학적인 일로 전환하고 나머지를 저온부로 방출하는 장치이다.
③ X — 틀린 표현은 '자발적으로 저온에서 고온으로 이동'이다. 열은 외부에서 별도의 일을 가하지 않을 때 자발적으로 고온에서 저온으로 이동한다.
④ O — 절대온도와 섭씨온도는 영점만 다르고 눈금 간격은 같으므로, 온도 차이 1K는 온도 차이 1 ° C와 같다.

오답 포인트

③은 열의 이동 방향을 거꾸로 제시한 선지이다. 냉장고처럼 저온부에서 고온부로 열을 옮기는 경우에는 외부에서 일이 공급되므로 '자발적 이동'이 아니다. 또한 ④는 두 온도 척도의 영점이 같다는 뜻이 아니라 온도 차이를 나타내는 눈금 크기가 같다는 뜻이다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

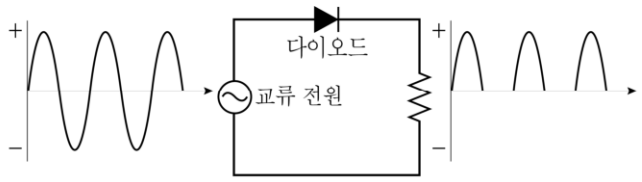
‘자발적으로’라는 말이 있으면 열의 방향을 고온에서 저온으로 판단한다. 온도 척도를 비교할 때는 기준점과 눈금 간격을 나누어 판단하며, 켈빈과 섭씨는 기준점은 다르지만 온도 간격은 같다.

암기 포인트

온도는 뜨겁고 차가운 정도, 열은 온도 차이로 전달되는 에너지이다. 자발적 열 이동은 고온에서 저온이며, 1K의 온도 차이는 1 ° C의 온도 차이와 같다.

NoteBase

문 2. 그림은 다이오드가 연결된 회로에 교류 전원을 연결할 경우 저항에 흐르는 전류의 파형을 나타낸 것이다. 이로부터 알 수 있는 다이오드의 작용은?



① 정류 작용 ② 스위치 작용
③ 증폭 작용 ④ 자기 작용

정답 1번

출제 포인트

다이오드가 한 방향의 전류만 통과시키며, 교류 파형의 한쪽 반주기만 저항에 나타나게 하는 정류 작용을 도식에서 판별하는 문제이다.

선지별 해설

① O — 입력은 양과 음의 방향이 번갈아 나타나는 교류이지만, 출력은 한쪽 방향의 반주기만 반복된다. 교류를 한 방향의 맥류로 바꾸는 정류 작용이므로 옳다.
② X — '스위치 작용'은 이 도식에 나타난 출력 파형의 명칭이 아니다. 다이오드가 순방향에서는 통하고 역방향에서는 막는 성질이 스위치처럼 작동할 수는 있지만, 그림에서 확인되는 작용은 정류 작용이다.
③ X — '증폭 작용'은 입력 신호의 크기나 전력을 크게 하는 작용인데, 이 회로는 교류의 한쪽 반주기를 차단할 뿐 신호를 증폭하지 않는다. 올바르게는 정류 작용이다.
④ X — '자기 작용'은 이 출력 파형을 만드는 다이오드의 작용이 아니다. 그림은 다이오드의 단방향 도통으로 생긴 반파 정류를 나타내므로 올바르게는 정류 작용이다.

오답 포인트

다이오드가 전류를 통과시키거나 차단하는 모습만 보고 ② 스위치 작용을 고르기 쉽다. 그러나 문제는 회로의 결과로 나타난 파형을 묻고 있으며, 교류의 한쪽 반주기만 남은 파형은 반파 정류의 표지이다.

다시 나오면 이렇게 판단

입력 교류에는 양·음의 반주기가 모두 있지만 출력에는 한쪽 반주기만 남았는지 확인한다. 한쪽만 남으면 반파 정류이고, 양쪽 반주기가 모두 같은 방향으로 나타나면 전파 정류이다.

암기 포인트

다이오드는 한 방향만 통과시키며, 교류의 한쪽 반주기만 남기면 반파 정류이다.

NoteBase

문 3. 다음은 중수소 원자핵($_1^2\mathrm{H}$)이 삼중수소 원자핵($_1^3\mathrm{H}$)과 반응하여 헬륨 원자핵($_2^4\mathrm{He}$)과 중성자($_0^1\mathrm{n}$)가 생성되면서 에너지가 방출되는 과정을 나타낸 것이다. 이에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

$$_1^2\mathrm{H} + {}_1^3\mathrm{H} \rightarrow {}_2^4\mathrm{He} + {}_0^1\mathrm{n} + 17.6\,\mathrm{MeV}$$

① 핵융합 반응이다.
② 핵반응 전후 질량의 합은 같다.
③ 핵반응 전후 질량수의 합은 같다.
④ 핵반응 전후 전하량의 합은 같다.

정답 2번

출제 포인트

핵융합 반응에서 질량 결손으로 에너지가 방출되며, 질량 자체와 질량수·전하량의 보존을 구별하는 문제이다.

조건 정리

주어진 반응은 $_1^2\mathrm{H} + {}_1^3\mathrm{H} \rightarrow {}_2^4\mathrm{He} + {}_0^1\mathrm{n} + 17.6\mathrm{MeV}$이다.
반응 전후의 질량수 합과 전하량 합을 비교하고, 방출 에너지가 질량 결손에서 생긴다는 점을 확인한다.

사용할 공식

질량 결손과 방출 에너지의 관계는 $E = \Delta m c^2$이다.
에너지가 방출되었다는 것은 반응 전 질량의 합이 반응 후 생성물 질량의 합보다 크며, 그 차이 Δm이 에너지로 전환되었다는 뜻이다.

계산 과정

질량수 합은 반응 전 $2 + 3 = 5$, 반응 후 $4 + 1 = 5$로 같다.
원자핵의 전하량 합은 반응 전 $(1 + 1)e = 2e$, 반응 후 $(2 + 0)e = 2e$로 같다.
그러나 17.6MeV가 방출되므로 $\Delta m = E/c^2 > 0$인 질량 결손이 존재한다. 따라서 반응 전후 질량의 합은 같지 않다.

선지 판단

① O — 두 가벼운 원자핵인 중수소와 삼중수소가 결합하여 더 무거운 헬륨 원자핵을 만들므로 핵융합 반응이다.
② X — '핵반응 전후 질량의 합은 같다'가 틀렸다. 올바르게는 에너지가 방출되는 핵반응에서는 질량 결손만큼 반응 후 질량의 합이 감소하며, 그 질량이 $E = \Delta m c^2$에 따라 에너지로 전환된다.
③ O — 질량수의 합은 반응 전 $2 + 3 = 5$, 반응 후 $4 + 1 = 5$이므로 보존된다.
④ O — 전하량의 합은 반응 전 $+2e$, 반응 후 헬륨 원자핵의 $+2e$와 중성자의 0을 합한 $+2e$이므로 보존된다.

NoteBase

오답 포인트

③의 '질량수'와 ②의 '질량'을 같은 것으로 보면 틀리기 쉽다. 질량수는 핵자 수를 나타내는 정수로 보존되지만, 실제 질량의 일부는 결합 에너지로 전환될 수 있다.

다시 나오면 이렇게 판단

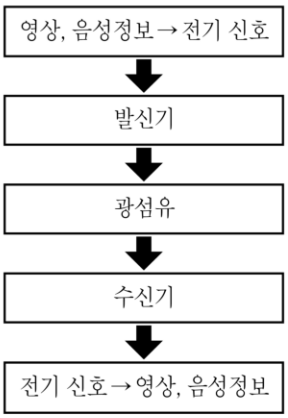
핵반응식에서는 먼저 위 첨자의 합으로 질량수 보존을, 아래 첨자의 합으로 전하량 보존을 확인한다. 이어 에너지 방출이 제시되면 $E = \Delta mc^2$에 따른 질량 결손이 있음을 판단한다.

암기 포인트

핵반응에서는 질량수와 전하량은 보존되지만, 질량만 따로 보면 에너지 방출만큼 감소한다. 질량과 에너지를 합친 전체는 보존된다.

NoteBase

문 4. 그림은 일반적인 광통신 과정을 나타낸 것이다. 이에 대한 설명으로 옳은 것만을 모두 고르면?



ㄱ. 발신기에서 전기 신호를 빛 신호로 변환한다.
ㄴ. 광섬유에서 코어의 굴절률이 클래딩의 굴절률보다 커서 전반사가 일어난다.
ㄷ. 광통신은 구리 도선을 이용한 전기통신에 비하여 도청이 어렵고 정보의 전송용량이 크다.

① ㄱ ② ㄱ, ㄴ
③ ㄴ, ㄷ ④ ㄱ, ㄴ, ㄷ

정답 4번

출제 포인트

광통신의 발신기·광섬유·수신기가 맡는 역할과 광섬유에서 전반사가 일어나는 조건을 묻는 문제이다.

핵심 개념

발신기는 영상·음성 정보를 담은 전기 신호를 빛 신호로 바꾸고, 수신기는 전달된 빛 신호를 다시 전기 신호로 바꾼다.
광섬유는 굴절률이 큰 코어를 굴절률이 작은 클래딩이 둘러싼 구조이다. 코어와 클래딩의 경계에서 빛이 전반사하며 진행하므로 전송 손실이 작고, 구리 도선보다 대용량 전송에 유리하며 도청도 어렵다.

NoteBase

선지별 해설

① X — ㄱ만 옳다고 한 조합이므로 ㄴ과 ㄷ을 누락한 점이 틀렸다. 올바르게는 ㄱ, ㄴ, ㄷ이 모두 옳다.
② X — ㄱ과 ㄴ만 옳다고 한 조합이므로 ㄷ을 누락한 점이 틀렸다. 광통신은 구리 도선을 이용한 전기통신보다 도청이 어렵고 정보 전송 용량이 크므로 ㄷ도 옳다.
③ X — ㄴ과 ㄷ만 옳다고 한 조합이므로 ㄱ을 누락한 점이 틀렸다. 발신기는 전기 신호를 빛 신호로 변환하므로 ㄱ도 옳다.
④ O — ㄱ은 발신기의 신호 변환, ㄴ은 코어와 클래딩의 굴절률 관계에 따른 전반사, ㄷ은 광통신의 장점을 각각 바르게 설명한다. 따라서 ㄱ, ㄴ, ㄷ이 모두 옳다.

오답 포인트

ㄴ에서 코어와 클래딩의 굴절률 관계를 반대로 기억하기 쉽다. 전반사가 일어나려면 빛이 굴절률이 큰 코어에서 굴절률이 작은 클래딩 쪽 경계로 진행해야 하므로 코어의 굴절률이 더 크다. 또한 ㄷ의 도청 난이도와 전송 용량은 광통신의 대표적인 장점이다.

다시 나오면 이렇게 판단

광통신 문제에서는 먼저 발신기의 전기→빛 변환과 수신기의 빛→전기 변환을 확인한다. 이어서 코어 굴절률이 클래딩보다 큰지, 전반사에 의해 빛이 코어 안으로 전달되는지, 대용량·저손실·보안성이 장점으로 제시되었는지를 판단한다.

암기 포인트

발신기는 전기→빛, 수신기는 빛→전기, 굴절률은 코어>클래딩이다.

NoteBase

문 5. 20 m/s의 속력으로 직선 운동하던 질량 200 g의 공을 배트로 쳐서 반대 방향으로 30 m/s의 속력으로 날려 보냈다. 이 공이 배트로부터 받은 충격량의 크기[N · s]는?

① 2
② 4
③ 10
④ 12

정답 3번

출제 포인트

운동 방향이 반대로 바뀐 물체에 대해 운동량의 변화량으로 충격량의 크기를 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 질량은 $200g = 0.2kg$, 처음 속력은 $20m/s$, 나중 속력은 반대 방향으로 $30m/s$이다.
구해야 할 값: 공이 배트로부터 받은 충격량의 크기이다.
주의할 조건: 처음 운동 방향을 양(+)으로 잡으면 나중 속도는 $-30m/s$이다.

사용할 공식

충격량은 운동량의 변화량과 같다.
$J = \Delta p = m(v_f - v_i)$
충돌 전후 공의 속도가 주어졌으므로 이 공식을 사용한다.

계산 과정

1. 질량을 kg 단위로 바꾸면 $200g = 0.2kg$이다.
2. 처음 운동 방향을 양(+)으로 정하면 $v_i = 20m/s$, $v_f = -30m/s$이다.
3. 충격량은
$J = 0.2\{(-30) - 20\} = -10N \cdot s$
이다. 따라서 충격량의 크기는 $|J| = 10N \cdot s$이다.

선지 판단

① X — $2N \cdot s$는 계산 결과와 다르다. 올바른 값은 $10N \cdot s$이다.
② X — $4N \cdot s$는 0.2 × 20으로 구한 충돌 전 운동량의 크기일 뿐, 운동량의 변화량이 아니다. 올바른 값은 $10N \cdot s$이다.
③ O — 운동량의 변화량의 크기가 $10N \cdot s$이므로 옳다.
④ X — $12N \cdot s$는 운동량 변화량의 계산 결과가 아니다. 올바른 값은 $10N \cdot s$이다.

NoteBase

오답 포인트

‘반대 방향’이라는 조건을 놓치고 나중 속도를 $+30m/s$로 두면 속도 변화의 크기를 잘못 계산하게 된다. 처음 방향을 양(+)으로 잡았으므로 나중 속도에는 반드시 음(-)의 부호를 붙여야 한다. 또한 g을 kg으로 바꾸어 계산해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

운동 방향 하나를 양(+)으로 정한 뒤 모든 속도에 부호를 붙이고, 질량을 kg으로 변환한 다음 $J = m(v_f - v_i)$를 계산하여 마지막에 크기를 취한다.

암기 포인트

충격량은 운동량의 변화량이며, 운동 방향이 반대가 되면 두 속력은 부호가 달라 속도 변화의 크기가 두 속력의 합이 된다.

NoteBase

문 6. 표는 입자 A와 B의 질량과 속력을 나타낸 것이다. 이 물체가 등속운동할 때 이에 대한 설명으로 옳은 것만을 모두 고르면?

입자	질량	속력
A	m	$2v$
B	$2m$	v

ㄱ. 운동에너지는 A가 B의 2배이다.
ㄴ. 운동량은 A가 B의 2배이다.
ㄷ. 물질파의 파장은 A와 B가 같다.

① ㄴ
② ㄷ
③ ㄱ, ㄷ
④ ㄱ, ㄴ, ㄷ

정답 3번

출제 포인트

질량과 속력으로 운동에너지, 운동량의 크기, 물질파의 파장을 비교하는 문제이다.

조건 정리

입자 A의 질량은 m, 속력은 $2v$이다.
입자 B의 질량은 $2m$, 속력은 v이다.
두 입자의 운동에너지, 운동량의 크기, 물질파의 파장을 각각 비교해야 한다.

사용할 공식

운동에너지는 $K = \frac{1}{2}mv^2$, 운동량의 크기는 $p = mv$, 물질파의 파장은 $\lambda = \frac{h}{p}$이다.
운동에너지는 속력의 제곱에 비례하고, 물질파의 파장은 운동량의 크기에 반비례하므로 세 물리량을 별도로 계산한다.

NoteBase

계산 과정

1. 운동에너지
$K_A = \frac{1}{2}m(2v)^2 = 2mv^2$
$K_B = \frac{1}{2}(2m)v^2 = mv^2$
따라서 $K_A = 2K_B$이므로 ㄱ은 옳다.

2. 운동량의 크기
$p_A = m(2v) = 2mv, \qquad p_B = (2m)v = 2mv$
따라서 $p_A = p_B$이므로 ㄴ은 옳지 않다.

3. 물질파의 파장
$\lambda_A = \frac{h}{p_A}, \qquad \lambda_B = \frac{h}{p_B}$
두 입자의 운동량의 크기가 같으므로 $\lambda_A = \lambda_B$이다. 따라서 ㄷ은 옳다.

선지 판단

① X — ㄴ만 옳다는 조합이 잘못이다. A와 B의 운동량의 크기는 모두 $2mv$이므로 ㄴ은 옳지 않다. 올바르게는 ㄱ과 ㄷ이 옳다.
② X — ㄷ은 옳지만 ㄱ도 옳으므로 ㄷ만 고른 조합은 잘못이다. 올바르게는 ㄱ과 ㄷ이 옳다.
③ O — ㄱ과 ㄷ이 옳고 ㄴ이 옳지 않으므로 정확한 조합이다.
④ X — ㄴ까지 옳다고 포함한 조합이 잘못이다. 올바르게는 ㄴ을 제외한 ㄱ과 ㄷ이 옳다.

오답 포인트

운동에너지와 운동량에서 속력의 영향이 다르다는 점이 함정이다. 운동에너지는 속력의 제곱에 비례하므로 A가 B의 2배이지만, 운동량은 질량과 속력의 곱이므로 두 입자가 같다. 또한 물질파의 파장은 운동량의 크기에 반비례하므로 운동량이 같으면 파장도 같다.

다시 나오면 이렇게 판단

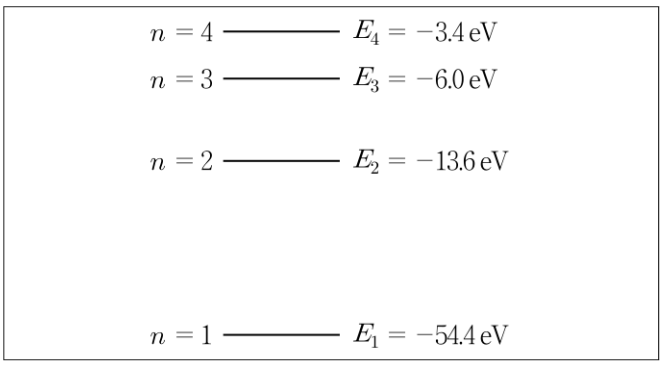
표의 질량과 속력을 각 공식에 직접 대입하여 K, p, λ를 차례로 비교한다. 특히 K에는 속력의 제곱이 들어가고, p에는 속력이 한 번만 들어간다는 차이를 확인한다.

암기 포인트

$K \propto mv^2$, $p = mv$, $\lambda = h/p$이다. 운동량이 같으면 물질파의 파장도 같다.

NoteBase

문 7. 그림은 어떤 원자의 에너지 준위를 나타낸 것이다. 전자가 $n=4$인 상태에서 $n=2$인 상태로 전이할 때 일어나는 현상으로 옳은 것은?



① 7.6 eV의 에너지 흡수
② 7.6 eV의 에너지 방출
③ 10.2 eV의 에너지 흡수
④ 10.2 eV의 에너지 방출

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 전자가 높은 에너지 준위에서 낮은 에너지 준위로 전이할 때 방출되는 광자의 에너지를 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 초기 상태는 $n=4, E_4=-3.4eV$이고, 최종 상태는 $n=2, E_2=-13.6eV$이다.
구해야 할 값: 전이할 때 흡수 또는 방출되는 에너지의 크기이다.
주의할 조건: $n=4$에서 $n=2$로 내려가는 전이이므로 원자의 에너지가 감소한다.

사용할 공식

광자의 에너지 크기는 두 에너지 준위의 차이이다.
E_광자=|E_f-E_i|
높은 에너지 준위에서 낮은 에너지 준위로 전이하면 원자가 잃은 에너지만큼 광자를 방출하므로 이 공식을 사용한다.

NoteBase

계산 과정

1. 원자의 에너지 변화는 다음과 같다.
$\Delta E = E_2 - E_4 = (-13.6) - (-3.4) = -10.2eV$
2. $\Delta E < 0$이므로 원자의 에너지가 $10.2eV$만큼 감소한다.
3. 감소한 에너지는 광자로 방출되므로 $10.2eV$의 에너지가 방출된다.

선지 판단

① X — $7.6eV$는 $n = 3$과 $n = 2$ 사이의 에너지 차이이며, 주어진 $n = 4 \rightarrow n = 2$ 전이의 에너지가 아니다. 또한 아래 준위로의 전이는 흡수가 아니라 방출이다. 올바르게는 '$10.2eV$의 에너지 방출'이다.
② X — 현상을 방출로 본 점은 맞지만 에너지값이 틀리다. $7.6eV$가 아니라 $E_4 - E_2 = 10.2eV$이므로, 올바르게는 '$10.2eV$의 에너지 방출'이다.
③ X — 에너지 크기 $10.2eV$는 맞지만, $n = 4$에서 $n = 2$로 내려가므로 흡수가 아니라 방출이다. 올바르게는 '$10.2eV$의 에너지 방출'이다.
④ O — $n = 4$에서 $n = 2$로 전이하면 원자의 에너지가 $10.2eV$ 감소하므로 같은 크기의 에너지를 방출한다.

오답 포인트

에너지 준위의 차이만 계산하고 전이 방향을 확인하지 않으면 흡수와 방출을 반대로 판단하기 쉽다. 또한 $7.6eV$는 그림의 $n = 3$과 $n = 2$ 값을 뺀 결과이므로, 전이의 시작 준위가 $n = 4$임을 놓치면 ②를 고르게 된다.

다시 나오면 이렇게 판단

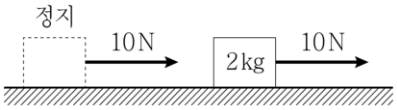
먼저 시작 준위와 도착 준위의 에너지 차이의 절댓값을 구한다. 그다음 높은 준위에서 낮은 준위로 내려가면 방출, 낮은 준위에서 높은 준위로 올라가면 흡수로 판단한다.

암기 포인트

아래로 전이하면 방출, 위로 전이하면 흡수이며, 광자의 에너지 크기는 두 준위의 에너지 차이이다.

NoteBase

문 8. 그림은 정지하고 있는 질량 2kg인 물체에 수평 방향으로 10N의 일정한 힘이 작용하는 모습을 나타낸 것이다. 정지에서 2초 후 물체의 운동에너지[J]는? (단, 공기저항, 물체와 지면 사이의 마찰은 무시한다)



① 20
② 40
③ 60
④ 100

정답 4번

출제 포인트

일정한 힘이 정지한 물체에 한 일을 구하고, 일-운동에너지 정리에 따라 그 일이 운동에너지의 증가량과 같음을 이용하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 질량은 $m = 2\text{kg}$, 수평 힘은 $F = 10\text{N}$, 작용 시간은 $t = 2\text{s}$이다.
구해야 할 값: 힘이 작용한 뒤 물체의 운동에너지이다.
주의할 조건: 물체는 정지 상태에서 출발하고, 공기 저항과 마찰이 없으므로 수평 방향의 알짜힘은 10N으로 일정하다.

사용할 공식

뉴턴의 제2법칙과 등가속도 운동식을 사용한다.
$a = \frac{F}{m}, \qquad v = at$
구한 속도를 운동에너지 공식에 대입한다.
$K = \frac{1}{2}mv^2$
일정한 알짜힘이 작용하고 물체가 정지 상태에서 출발하므로 가속도와 2초 후 속도를 차례로 구할 수 있다.
마찰이 없으므로 이렇게 구한 운동에너지는 힘이 물체에 한 일과도 같다.

NoteBase

계산 과정

1. 가속도는 $a = F/m = (10\text{N})/(2\text{kg}) = 5\text{m/s}^2$이다.
2. 처음 속도가 0이므로 2초 후 속도는 $v = at = (5\text{m/s}^2)(2\text{s}) = 10\text{m/s}$이다.
3. 따라서 운동에너지는
$K = \frac{1}{2}(2\text{kg})(10\text{m/s})^2 = 100\text{J}$
이다.

선지 판단

① X — 계산 결과는 20J가 아니라 100J이다. 힘 10N에 시간 2s를 단순히 곱한 값은 일이 아니며, 일은 힘과 이동 거리를 곱해 구한다.
② X — 계산 결과는 40J가 아니라 100J이다. 운동에너지는 mv가 아니라 $K = \frac{1}{2}mv^2$로 구한다.
③ X — 계산 결과는 60J가 아니라 100J이다. 주어진 힘, 질량, 시간으로 구한 2초 후 속도 10m/s를 운동에너지 공식에 정확히 대입해야 한다.
④ O — 2초 후 운동에너지가 100J이므로 옳다.

오답 포인트

힘과 시간을 곱한 20을 일이나 운동에너지로 착각하기 쉽다. 힘에 시간을 곱한 값은 충격량이며 단위도 N · s이다. 운동에너지는 먼저 속도를 구한 뒤 $K = \frac{1}{2}mv^2$로 계산해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

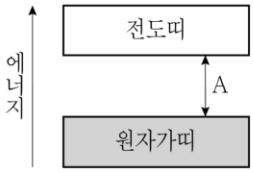
정지한 물체에 일정한 힘이 작용하는 문제는 $a = F/m$으로 가속도를 구하고, $v = at$로 속도를 구한 뒤, $K = \frac{1}{2}mv^2$에 대입하는 순서로 판단한다. 마찰이 없으면 이동 거리 $s = \frac{1}{2}at^2$를 구해 $W = Fs$로 검산할 수도 있다.

암기 포인트

힘×시간은 충격량, 힘×이동 거리는 일이며, 알짜힘이 한 일은 운동에너지의 변화량이다.

NoteBase

문 9. 그림은 순수한 반도체 결정의 에너지띠 구조를 나타낸 것이다. 이에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?



① A의 영역에는 전자가 존재할 수 없다.
② 원자가띠에 채워진 전자의 에너지는 모두 동일하다.
③ 절대온도 0 K일 때, 전도띠에는 전자가 존재하지 않는다.
④ 이 물질은 온도가 올라갈수록 전기 전도도가 증가한다.

정답 2번

출제 포인트

순수한 반도체의 에너지띠에서 전도띠와 원자가띠 사이의 A가 전자가 가질 수 없는 금지띠임을 파악하고, 온도에 따른 전자 분포와 전기 전도도의 변화를 판단하는 문제이다.

선지별 해설

① O — A는 전도띠와 원자가띠 사이의 금지띠이므로 그 영역에는 전자가 가질 수 있는 허용 에너지 상태가 없다. 따라서 전자는 A에 존재할 수 없다.

② X — '원자가띠에 채워진 전자의 에너지는 모두 동일하다'가 틀렸다. 원자가띠는 하나의 에너지 준위가 아니라 매우 촘촘한 여러 허용 에너지 준위가 띠를 이룬 것이므로, 원자가띠의 전자들은 서로 다른 허용 에너지 상태를 차지할 수 있다. 올바르게는 '원자가띠에는 서로 다른 여러 허용 에너지 상태가 있으며 전자들은 그 상태들을 채운다'이다.

③ O — 절대온도 0*K*인 순수한 반도체에서는 원자가띠가 전자로 채워지고 전도띠는 비어 있으므로 전도띠에 전자가 존재하지 않는다.

④ O — 온도가 올라가면 일부 원자가띠 전자가 열에너지를 받아 금지띠를 넘어 전도띠로 들뜬다. 이때 전도띠의 자유전자와 원자가띠의 양공 수가 증가하므로 전기 전도도가 증가한다.

오답 포인트

'원자가띠가 채워져 있다'는 말을 '원자가띠의 모든 전자가 동일한 에너지를 갖는다'로 오해하기 쉽다.
에너지띠는 단일 준위가 아니라 다수의 허용 에너지 준위가 모인 구간이며, A만 허용 상태가 없는 금지띠이다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

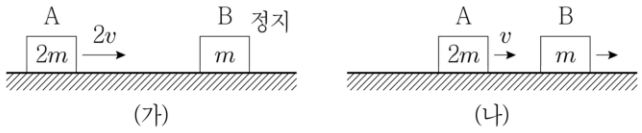
에너지띠 도식에서는 먼저 전도띠와 원자가띠 사이를 금지띠로 식별한다. 그다음 절대온도 0K에서는 전도띠가 비어 있고, 온도가 상승하면 원자가띠의 전자가 전도띠로 들떠 자유전자와 양공이 늘어난다는 순서로 판단한다.

암기 포인트

금지띠에는 허용 상태가 없고, 온도가 오르면 전자·양공이 늘어 순수 반도체의 전도도가 증가한다.

NoteBase

문 10. 그림 (가)는 수평면 일직선상에서 질량 $2m$인 물체 A가 정지해 있는 질량 m인 물체 B와 충돌하는 것을 나타낸 것이고, 그림 (나)는 A가 B에 정면으로 충돌한 후 A, B가 같은 방향으로 운동하는 것을 나타낸 것이다. A의 속력이 충돌 직전 $2v$에서 충돌 직후 v로 변했다면, 충돌 직후 B의 속력은?



(가)

(나)

① $0.5v$
② v
③ $1.5v$
④ $2v$

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 충돌 전후의 운동량 보존을 이용해 물체 B의 충돌 직후 속력을 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: A의 질량은 $2m$, 충돌 전 속력은 $2v$, 충돌 후 속력은 v이다. B의 질량은 m이고 충돌 전에는 정지해 있다.
구해야 할 값: 충돌 직후 B의 속력 u이다.
주의할 조건: 충돌 후 A와 B가 같은 방향으로 운동하므로 두 물체의 운동량을 같은 부호로 더한다.

사용할 공식

충돌 전후의 총운동량 보존식은 p_전=p_후이다. 따라서
$(2m)(2v) + m \cdot 0 = (2m)v + mu$
로 나타낸다. 충돌하는 짧은 시간 동안 두 물체가 서로 주고받는 힘은 내력이므로 계 전체의 운동량이 보존된다.

NoteBase

계산 과정

1. 충돌 전 총운동량은 $4mv$이다.
2. 충돌 후 총운동량은 $2mv + mu$이다.
3. 운동량 보존식을 정리하면

$4mv = 2mv + mu$

$mu = 2mv$

$u = 2v$

가 된다. 따라서 충돌 직후 B의 속력은 $2v$이다.

선지 판단

① X — $0.5v$는 운동량 보존식에서 얻어지는 값이 아니다. 틀린 값 $0.5v$ → 올바르게는 $2v$이다.

② X — v를 대입하면 충돌 후 총운동량이 $3mv$가 되어 충돌 전의 $4mv$와 같지 않다. 틀린 값 v → 올바르게는 $2v$이다.

③ X — $1.5v$를 대입하면 충돌 후 총운동량이 $3.5mv$가 되어 운동량이 보존되지 않는다. 틀린 값 $1.5v$ → 올바르게는 $2v$이다.

④ O — $u = 2v$를 대입하면 충돌 후 총운동량이 $2mv + 2mv = 4mv$가 되어 충돌 전 총운동량과 일치한다.

오답 포인트

A의 속력이 $2v$에서 v로 줄었다고 해서 B의 속력도 단순히 v라고 판단하면 안 된다. 보존되는 것은 속력이 아니라 질량과 속도의 곱인 총운동량이며, A의 질량이 $2m$이라는 점을 반영해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

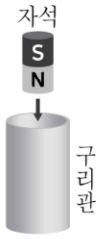
충돌 문제에서는 운동 방향을 기준으로 부호를 정하고, 각 물체의 질량×속도를 충돌 전후에 모두 더해 운동량 보존식을 세운다. 마지막에는 구한 속력을 대입해 충돌 전후 총운동량이 같은지 검산한다.

암기 포인트

충돌 전 총운동량 = 충돌 후 총운동량, 즉 Σ m v_전= Σ m v_후이다.

NoteBase

문 11. 그림은 충분히 긴 구리관 속으로 자석이 낙하하는 모습이다. 이에 대한 설명으로 옳은 것만을 모두 고르면? (단, 공기저항, 자석과 구리관 사이의 마찰은 무시한다)



ㄱ. 자석이 낙하하는 동안 자석의 위치에너지는 감소한다.
ㄴ. 자석이 낙하한 거리만큼 자석의 운동에너지는 증가한다.
ㄷ. 자석의 역학적 에너지는 보존된다.
ㄹ. 감소한 역학적 에너지만큼 전기 에너지로 전환된다.

① ㄱ, ㄴ
② ㄱ, ㄷ
③ ㄱ, ㄹ
④ ㄴ, ㄹ

정답 3번

출제 포인트

구리관 속에서 낙하하는 자석에 생기는 전자기 유도와 그에 따른 역학적 에너지의 변화를 판단하는 문제이다.

핵심 개념

자석이 구리관 속을 움직이면 구리관에 유도 전류가 흐르고, 이 전류가 만드는 자기력은 렌츠 법칙에 따라 자석의 낙하를 방해한다. 따라서 감소한 중력 위치 에너지는 자석의 운동 에너지뿐 아니라 유도 전류의 전기 에너지로도 전환되며, 전기 에너지는 구리관에서 줄열로 소모된다.
ㄱ은 옳고, ㄴ과 ㄷ은 틀리며, ㄹ은 옳다.

NoteBase

선지별 해설

① X — ㄱ은 옳지만 ㄴ이 틀리다. 전자기 유도가 자석의 낙하를 방해하므로 위치 에너지 감소량 전부가 운동 에너지 증가량이 되지 않으며, 종단 속도에 이르면 운동 에너지는 더 증가하지 않는다. 틀린 표현 '낙하한 거리만큼 운동 에너지는 증가한다' → 올바르게는 '낙하하는 동안 위치 에너지 감소분의 일부만 운동 에너지로 전환될 수 있다'이다.
② X — ㄱ은 옳지만 ㄷ이 틀리다. 유도 전류에 의한 자기력이 자석에 일을 하므로 자석만의 역학적 에너지는 감소한다. 틀린 표현 '자석의 역학적 에너지는 보존된다' → 올바르게는 '자석의 역학적 에너지는 감소하고 그 감소분은 전기 에너지와 줄열로 전환된다'이다.
③ O — ㄱ과 ㄹ이 모두 옳다. 자석이 아래로 이동하므로 중력 위치 에너지가 감소하고, 그중 자석의 운동 에너지로 남지 않은 부분은 유도 전류의 전기 에너지로 전환되어 구리관에서 줄열로 소모된다.
④ X — ㄹ은 옳지만 ㄴ이 틀리다. 낙하 거리만으로 운동 에너지 증가량을 정할 수 없고, 전자기 유도로 빠져나간 에너지를 함께 고려해야 한다. 틀린 표현 '낙하한 거리만큼 운동 에너지는 증가한다' → 올바르게는 '위치 에너지 감소량은 운동 에너지 증가량과 전기 에너지로 전환된 양의 합에 해당한다'이다.

오답 포인트

공기 저항과 자석·구리관 사이의 마찰을 무시한다는 조건을 '자석의 역학적 에너지가 보존된다'는 뜻으로 해석하면 ㄴ과 ㄷ을 잘못 고르게 된다. 이 문항에서는 접촉 마찰이 없어도 유도 전류가 만드는 자기력이 자석에 일을 하므로 자석의 역학적 에너지가 감소한다.

다시 나오면 이렇게 판단

도체 가까이에서 자석이 움직이면 먼저 유도 전류를 확인한다. 유도 전류가 운동을 방해하면 물체의 역학적 에너지 일부가 전기 에너지와 줄열로 전환되므로, 위치 에너지 감소량과 운동 에너지 증가량을 곧바로 같다고 두지 않는다.

암기 포인트

구리관 속 낙하 자석: 위치 에너지 감소 → 운동 에너지 + 유도 전류의 전기 에너지 → 줄열이다.

NoteBase

문 12. 컴퓨터에서 정보를 저장하고 기록하는 장치인 하드디스크에 대한 설명으로 옳은 것만을 모두 고르면?

ㄱ. 빛을 이용하여 저장된 정보를 읽어 낸다.
ㄴ. 디지털 신호로 정보가 기록된다.
ㄷ. 강자성체의 특성을 이용한 저장 매체이다.

① ㄱ, ㄴ

② ㄱ, ㄷ

③ ㄴ, ㄷ

④ ㄱ, ㄴ, ㄷ

정답 3번

출제 포인트

하드디스크가 정보를 기록하고 읽는 방식이 자기 방식인지 광학 방식인지 구별하는 문제이다.

핵심 개념

하드디스크는 강자성체로 된 기록 면의 자화 상태를 변화시켜 디지털 정보를 기록하고, 자기 헤드로 그 상태를 판독하는 자기 저장 매체이다. 빛을 이용해 정보를 읽는 방식은 CD·DVD 같은 광학 저장 매체의 원리이다.

NoteBase

선지별 해설

① X
ㄱ은 틀리고 ㄴ은 옳다. 하드디스크는 빛이 아니라 자기 헤드로 자화 상태를 판독하며, 디지털 신호로 정보를 기록한다. 또한 옳은 ㄷ이 빠져 있다. 틀린 조합 'ㄱ, ㄴ'은 'ㄴ, ㄷ'으로 고쳐야 한다.

② X
ㄱ은 틀리고 ㄷ은 옳다. 하드디스크는 강자성체의 자기적 특성을 이용하지만 빛으로 정보를 읽지는 않는다. 또한 옳은 ㄴ이 빠져 있다. 틀린 조합 'ㄱ, ㄷ'은 'ㄴ, ㄷ'으로 고쳐야 한다.

③ O
ㄴ과 ㄷ은 모두 옳다. 하드디스크는 정보를 디지털 신호로 기록하고, 강자성체의 자화 상태를 이용하는 자기 저장 매체이다.

④ X
ㄴ과 ㄷ은 옳지만 ㄱ은 틀리므로 세 설명이 모두 옳지는 않다. 하드디스크가 빛으로 저장 정보를 읽는다는 부분은 광학 저장 매체의 원리이다. 틀린 조합 'ㄱ, ㄴ, ㄷ'은 'ㄴ, ㄷ'으로 고쳐야 한다.

오답 포인트

ㄱ의 '빛을 이용하여'라는 표현이 함정이다. 정보가 디지털 형태라는 사실과 정보를 읽는 물리적 방식은 별개이며, 하드디스크는 디지털 정보를 자기 방식으로 기록하고 읽는다.

다시 나오면 이렇게 판단

저장 매체를 판별할 때 기록·판독에 사용하는 물리적 원리를 먼저 확인한다. 빛이면 광학 저장 매체, 자화와 강자성체이면 하드디스크 같은 자기 저장 매체로 판단한다.

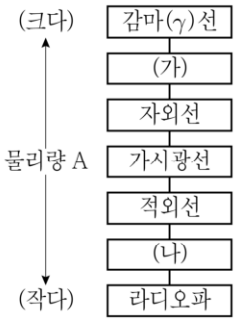
암기 포인트

하드디스크는 디지털 정보를 강자성체의 자화 상태로 기록하는 자기 저장 매체이다.

NoteBase

문 13. 그림은 전자기파를 어떤 물리량의 크기 순서대로 나타낸 것이다.

이에 대한 설명으로 옳은 것은?



① 물리량 A에는 파장을 넣을 수 있다.

② 적외선보다 자외선의 진동수가 크다.

③ (가)는 휴대전화 데이터 통신과 전자레인지에 이용된다.

④ (나)는 사람 몸이나 건물 벽을 투과할 수 있어 의료 진단 분야, 비파괴 검사, 공항 검색대에서 사용된다.

정답 2번

출제 포인트

전자기파를 진동수가 큰 순서대로 배열하면 감마선 → X선 → 자외선 → 가시광선 → 적외선 → 마이크로파 → 라디오파가 된다. 따라서 물리량 A는 진동수이고, (가)는 X선, (나)는 마이크로파이다.

선지별 해설

① X — 도식에서 감마선 쪽이 크고 라디오파 쪽이 작으므로 물리량 A는 파장이 아니다. 파장은 이 배열과 반대 순서로 커진다. 틀린 표현 '파장을 넣을 수 있다'는 '진동수를 넣을 수 있다'로 고쳐야 한다.

② O — 자외선은 적외선보다 도식의 위쪽에 있으므로 진동수가 더 크다.

③ X — (가)는 X선이며, 휴대전화 데이터 통신과 전자레인지에 이용되는 전자기파는 마이크로파이다. 틀린 표현 '(가)는'은 '(나)는'으로 고쳐야 한다.

④ X — (나)는 마이크로파이지만, 사람 몸이나 물체를 투과시켜 의료 진단·비파괴 검사·공항 검색대에 이용하는 대표적인 전자기파는 X선이다. 틀린 표현 '(나)는'은 '(가)는'으로 고쳐야 한다.

NoteBase

오답 포인트

①에서는 전자기파의 파장 순서와 진동수 순서를 반대로 기억하는 것이 함정이다. 또한 ③과 ④에서는 X선의 투과·검사 용도와 마이크로파의 통신·가열 용도를 서로 바꾸어 제시했다.

다시 나오면 이렇게 판단

도식의 양 끝을 먼저 확인한다. 감마선에서 라디오파로 갈수록 작아지는 양이면 진동수이고, 파장은 반대로 커진다. 빈칸은 감마선과 자외선 사이의 X선, 적외선과 라디오파 사이의 마이크로파로 채운다.

암기 포인트

진동수 큰 순서: 감마선–X선–자외선–가시광선–적외선–마이크로파–라디오파. X선은 투과·검사, 마이크로파는 통신·가열에 대표적으로 이용된다.

NoteBase

문 14. 탄산음료가 담긴 차가운 병의 뚜껑을 처음으로 열었을 때 뚜껑 주변에 하얀 김이 서리는 현상이 나타난다. 이에 대한 설명으로 옳은 것만을 모두 고르면?

ㄱ. 기체가 병 밖으로 빠져나오면서 기체는 등온 팽창한다.
ㄴ. 기체가 병 밖으로 빠져나오면서 부피가 증가하여 기체는 외부에 일을 한다.
ㄷ. 기체가 병 밖으로 빠져나오면서 기체의 내부 에너지는 감소한다.

① ㄴ
② ㄷ
③ ㄱ, ㄷ
④ ㄴ, ㄷ

정답 4번

출제 포인트

탄산음료 병을 처음 열 때 빠져나오는 기체의 팽창 과정과 열역학 제1법칙에 따른 내부 에너지 변화를 묻는 문제이다.

핵심 개념

병을 여는 순간 기체는 매우 빠르게 빠져나오므로 주변과 열을 충분히 주고받지 못하는 단열 팽창으로 본다. 이때 기체의 부피가 증가하면서 기체가 외부에 일을 한다. 열역학 제1법칙을 $\Delta U = Q - W$로 쓰면, 단열 과정에서는 $Q \approx 0$이고 기체가 외부에 한 일 W가 양수이므로 $\Delta U < 0$이다. 따라서 기체의 내부 에너지와 온도가 감소하며, 주변의 수증기가 응결해 하얀 김처럼 보일 수 있다. 등온 팽창은 온도가 일정한 팽창이므로 이 현상과 다르다.

선지별 해설

① X — ㄴ은 옳지만 ㄷ도 옳으므로 ㄴ만 고른 것이 틀리다. 올바르게는 ㄴ과 ㄷ을 함께 고른다.
② X — ㄷ은 옳지만 ㄴ도 옳으므로 ㄷ만 고른 것이 틀리다. 올바르게는 ㄴ과 ㄷ을 함께 고른다.
③ X — ㄷ은 옳지만 ㄱ의 '등온 팽창'이 틀리다. 병을 처음 여는 짧은 순간의 팽창은 열교환이 거의 없는 단열 팽창으로 보므로 올바른 조합은 ㄴ, ㄷ이다.
④ O — 기체는 부피가 증가하면서 외부에 일을 하고(ㄴ), 그 일만큼 내부 에너지가 감소한다(ㄷ). 따라서 ㄴ, ㄷ의 조합이 옳다.

NoteBase

오답 포인트

기체가 팽창한다는 사실만 보고 ㄱ의 '등온'을 맞다고 판단하기 쉽다. 등온은 단순히 팽창하는 과정이 아니라 온도가 일정하게 유지되는 과정이다. 이 현상에서는 온도가 내려가 하얀 김이 생기므로 등온이 아니라 빠른 단열 팽창으로 판단한다.

다시 나오면 이렇게 판단

밸브나 뚜껑을 갑자기 열어 기체가 빠르게 팽창하면 먼저 단열 팽창을 떠올린다. 기체가 외부에 일을 하면 $Q \approx 0$에서 $\Delta U = Q - W < 0$이므로 내부 에너지와 온도가 감소한다고 판단한다.

암기 포인트

급격한 팽창은 단열, 외부에 한 일은 내부 에너지 감소, 온도 하강은 수증기 응결로 이어진다.

NoteBase

문 15. 파동에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 파동이 굴절할 때 파동의 파장은 변하지 않는다.

② 파동이 반사할 때 파동의 속력은 변하지 않는다.

③ 간섭현상은 두 개 이상의 파동이 만날 때 일어난다.

④ 파동이 퍼져 나갈 때 에너지가 전달된다.

정답 1번

출제 포인트

파동의 굴절·반사·간섭·에너지 전달에서 변하는 물리량과 변하지 않는 물리량을 구별하는 문제이다.

핵심 개념

굴절: 파동이 다른 매질로 진행할 때 속력과 파장이 달라질 수 있지만, 경계에서 진동수는 변하지 않는 현상이다.
반사: 파동이 경계에서 원래 매질로 되돌아오는 현상으로, 같은 매질에서 진행하므로 속력은 변하지 않는다.
간섭: 둘 이상의 파동이 한곳에서 겹쳐 합성 파동을 만드는 현상이다.
파동은 물질을 전체적으로 옮기지 않고도 에너지를 전달한다.

선지별 해설

① X
틀린 표현은 '굴절할 때 파장이 변하지 않는다'이다. 굴절할 때 진동수는 일정하지만 매질이 달라져 속력이 변하므로 파장도 변한다. 올바르게는 '파동이 굴절할 때 파동의 진동수는 변하지 않는다'이다.

② O
반사된 파동은 원래 파동과 같은 매질에서 진행하므로 그 매질이 정하는 파동의 속력은 변하지 않는다.

③ O
간섭은 둘 이상의 파동이 같은 공간에서 만나 중첩될 때 나타나는 현상이다.

④ O
파동은 매질 입자의 진동이나 장의 변화를 통해 에너지를 한 곳에서 다른 곳으로 전달한다.

오답 포인트

①에서 '진동수'와 '파장'을 바꾸어 놓은 것이 함정이다. 굴절 시 파원에서 정해진 진동수는 유지되지만, 매질에 따라 속력이 달라지므로 파장도 함께 달라진다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

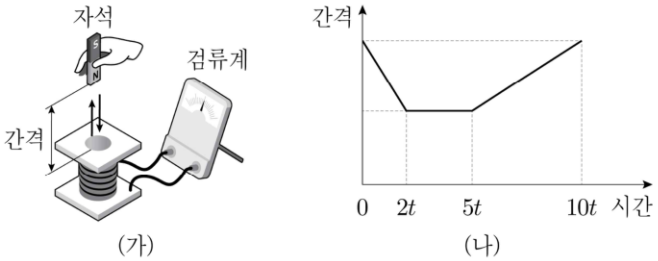
굴절 문제에서는 먼저 진동수는 일정하다고 판단하고, 파동의 관계인 속력=진동수×파장에 따라 속력이 변하면 파장도 변한다고 판단한다. 반사는 같은 매질에서의 진행, 간섭은 둘 이상 파동의 중첩, 파동의 진행은 에너지 전달로 연결한다.

암기 포인트

굴절에서는 진동수 일정, 속력과 파장 변화이다.

NoteBase

문 16. 그림 (가)는 코일 위에서 자석을 연직 방향으로 움직이는 모습을 나타낸 것이고, (나)는 코일과 자석 사이의 간격을 시간에 따라 나타낸 것이다. 이에 대한 설명으로 옳은 것은?



① $4t$일 때 검류계에는 일정한 세기의 전류가 흐른다.

② 검류계에 흐르는 전류의 세기는 t일 때가 $8t$일 때보다 크다.

③ t일 때 코일이 자석에 작용하는 자기력의 방향은 자석의 운동 방향과 같다.

④ t일 때와 $7t$일 때, 검류계에 흐르는 전류의 방향은 서로 같다.

정답 2번

출제 포인트

간격-시간 그래프의 기울기로 자석의 운동 방향과 빠르기를 읽고, 패러데이 법칙과 렌츠 법칙으로 유도 전류의 세기·방향 및 자기력의 방향을 판단하는 문제이다.

자료 읽는 순서

1. 세로축은 코일과 자석 사이의 간격, 가로축은 시간임을 확인한다.
2. 간격이 감소하는 0~2t에는 자석이 코일에 접근하고, 간격이 일정한 2t~5t에는 자석이 정지하며, 간격이 증가하는 5t~10t에는 자석이 멀어진다.
3. 그래프의 기울기 절댓값은 자석의 빠르기를 뜻하며, 접근과 이탈이 바뀌면 유도 전류의 방향도 반대로 바뀐다.

핵심 근거

유도 전류의 세기는 코일을 지나는 자기 선속의 시간에 따른 변화율이 클수록 크다. 0~2t의 간격 변화량과 5t~10t의 간격 변화량은 같지만 걸린 시간은 각각 2t, 5t이므로 접근할 때가 더 빠르다. 또한 t일 때의 간격은 최소 간격에서 전체 변화량의 1/2만큼 큰 값이고, 8t일 때는 3/5만큼 큰 값이므로 t일 때 자석이 코일에 더 가깝다. 따라서 빠르기와 자기 선속 변화 효과를 함께 보면 t일 때의 유도 전류가 더 세다.

NoteBase

선지별 해설

① X — 4t는 그래프가 수평인 2t~5t 구간에 있다. 자석이 정지하여 자기 선속이 변하지 않으므로 유도 기전력과 전류는 0이다. 틀린 표현 '일정한 세기의 전류가 흐른다'는 '전류가 흐르지 않는다'로 고쳐야 한다.
② O — t일 때는 자석이 코일에 더 가깝고, 0~2t 구간의 그래프 기울기 절댓값도 8t가 속한 5t~10t 구간보다 크다. 따라서 t일 때 자기 선속의 변화율이 더 커서 전류의 세기가 더 크다.
③ X — t일 때 자석은 코일에 접근한다. 렌츠 법칙에 따라 코일의 자기력은 자기 선속의 증가를 방해하므로 자석의 운동 방향과 반대이다. 틀린 표현 '운동 방향과 같다'는 '운동 방향과 반대이다'로 고쳐야 한다.
④ X — t일 때는 자석이 접근하고 7t일 때는 멀어진다. 자기 선속 변화의 방향이 반대이므로 유도 전류의 방향도 서로 반대이다. 틀린 표현 '서로 같다'는 '서로 반대이다'로 고쳐야 한다.

오답 포인트

그래프의 높이는 자석의 간격이고, 기울기는 자석의 속도와 관련된다. 수평 구간에서 '일정한 전류'가 흐른다고 판단하거나, 접근과 이탈에서 유도 전류의 방향이 같다고 판단하면 틀린다.

다시 나오면 이렇게 판단

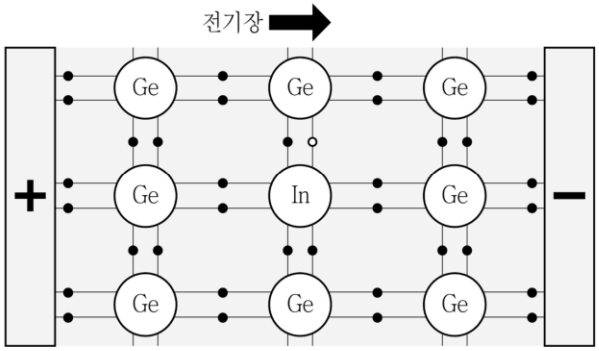
먼저 간격 그래프의 기울기 부호로 접근·정지·이탈을 구분한다. 그다음 기울기 절댓값과 자석의 거리를 함께 보아 자기 선속 변화율의 크기를 비교하고, 접근과 이탈이 바뀌면 유도 전류 방향도 반대가 된다고 판단한다. 자기력은 항상 자기 선속의 변화를 방해하는 방향으로 작용한다.

암기 포인트

간격 일정이면 전류 0, 접근과 이탈의 전류 방향은 반대, 유도 자기력은 변화를 방해한다.

NoteBase

문 17. Ge 반도체에 In을 소량 첨가하여 만든 불순물 반도체에 그림처럼 화살표 방향으로 전기장을 걸었을 때, 이에 대한 설명으로 옳은 것만을 모두 고르면?



ㄱ. 불순물 반도체에 생성된 양공은 전도띠에 존재한다.
ㄴ. 양공은 오른쪽(−)에서 왼쪽(+)으로 이동한다.
ㄷ. 전류의 방향은 양공의 이동 방향과 같다.
ㄹ. 양공이 전도띠에 있는 전자보다 많으므로 주로 양공에 의해 전류가 흐른다.

① ㄱ, ㄴ
② ㄱ, ㄹ
③ ㄴ, ㄷ
④ ㄷ, ㄹ

정답 4번

출제 포인트

Ge보다 원자가전자가 하나 적은 In을 첨가하면 결합 전자 하나가 부족한 양공이 생겨 p형 반도체가 된다. 그림의 전기장은 왼쪽의 (+)극에서 오른쪽의 (-)극을 향하므로, 양공의 이동 방향과 전류 방향은 모두 오른쪽이다.

선지별 해설

① X — ㄱ과 ㄴ은 모두 옳지 않다. 양공은 전도띠가 아니라 원자가띠에 존재하며, (+)전하처럼 거동하므로 왼쪽의 (+)극에서 오른쪽의 (-)극으로 이동한다. 따라서 ㄱ, ㄴ이 아니라 ㄷ, ㄹ이 옳다.
② X — ㄹ은 옳지만 ㄱ이 옳지 않다. In을 첨가한 p형 반도체에서는 양공이 다수 운반자이지만, 양공이 존재하는 띠는 전도띠가 아니라 원자가띠이다. 따라서 ㄱ, ㄹ이 아니라 ㄷ, ㄹ이 옳다.
③ X — ㄷ은 옳지만 ㄴ이 옳지 않다. 전기장이 오른쪽을 향하므로 양공도 오른쪽으로 이동하고, 전류의 방향도 양공의 이동 방향과 같은 오른쪽이다. 따라서 ㄴ, ㄷ이 아니라 ㄷ, ㄹ이 옳다.
④ O — ㄷ과 ㄹ이 모두 옳다. 양공은 양전하 운반자처럼 이동하므로 전류 방향과 이동 방향이 같고, In을 첨가한 p형 반도체에서는 양공 수가 전도띠의 전자 수보다 많아 전류가 주로 양공에 의해 흐른다.

NoteBase

오답 포인트

양공을 실제 양전하 입자로 생각하여 띠의 위치까지 전도띠라고 판단하면 ㄱ을 고르기 쉽다. 양공은 원자가띠에서 전자가 비어 있는 상태이다. 또한 전자의 이동 방향을 양공에 그대로 적용하면 ㄴ을 고르게 되지만, 양공은 전기장과 같은 방향으로 이동한다.

다시 나오면 이렇게 판단

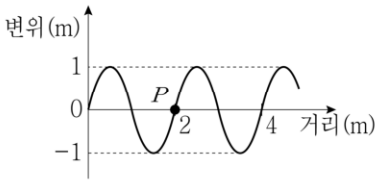
첨가 원소의 원자가전자가 모체보다 하나 적으면 p형이고 양공이 다수 운반자이다. 양공은 원자가띠에 존재하며 전기장과 같은 방향으로 이동하고, 관습적 전류의 방향도 양공의 이동 방향과 같다.

암기 포인트

p형은 원자가띠의 양공이 다수 운반자이며, 양공 이동 방향은 전기장 방향이자 전류 방향이다.

NoteBase

문 18. 그림은 시간 $t = 0$에서 어떤 파동의 모습을 나타낸 것이다. $t = 0.1$초에서 점 P의 변위가 증가하였다면 이에 대한 설명으로 옳은 것은? (단, 파동의 주기는 0.5초이다)



① 파동의 속력은 1 m/s이다.

② 파동의 진행 방향은 왼쪽이다.

③ 파동의 파장은 1 m이다.

④ 파동의 진폭은 2 m이다.

정답 2번

출제 포인트

파동의 순간 모습에서 진폭과 파장을 읽고, 한 점의 변위 변화와 파형의 공간 기울기를 비교하여 진행 방향을 판단하는 문제이다. 점 P는 오른쪽으로 갈수록 변위가 커지는 지점이며, 0.1초 뒤 P의 변위도 증가하므로 파형은 왼쪽으로 이동한다.

선지별 해설

① X

- 이웃한 마루 사이의 거리로부터 파장은 $2m$이고, 주기는 $0.5s$이다. 따라서 파동의 속력은 $v = \lambda/T = 2/0.5 = 4m/s$이다. '속력은 $1m/s$이다'가 틀렸으며, 올바르게는 '속력은 $4m/s$이다'이다.

② O

- 점 P에서는 오른쪽으로 갈수록 변위가 증가하므로 파형의 공간 기울기가 양수이다. 또한 시간이 지난 뒤 P의 변위가 증가했으므로 오른쪽에 있던 더 큰 변위가 P 쪽으로 이동한 것이다. 따라서 파동은 왼쪽으로 진행한다.

③ X

- 그래프에서 이웃한 마루 사이 또는 이웃한 골 사이의 거리는 $2m$이다. '파장은 $1m$이다'가 틀렸으며, 올바르게는 '파장은 $2m$이다'이다.

④ X

- 평형 위치에서 마루 또는 골까지의 최대 변위가 진폭이며, 그래프의 최대 변위는 $1m$이다. '진폭은 $2m$이다'가 틀렸으며, 올바르게는 '진폭은 $1m$이다'이다.

NoteBase

오답 포인트

파장 $2m$를 진폭의 위아래 전체 폭 $2m$와 혼동하기 쉽다. 진행 방향은 점 P가 위로 움직였다는 사실만으로 정하지 않고, 그 지점에서 파형이 오른쪽으로 상승하는지 하강하는지도 함께 보아야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

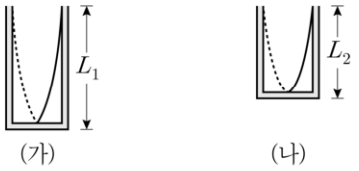
먼저 마루에서 다음 마루까지의 거리로 파장, 평형 위치에서 마루까지의 거리로 진폭을 읽는다. 속력은 $v = \lambda/T$로 구한다. 진행 방향은 해당 점의 변위가 증가하는지 감소하는지 확인한 뒤, 그 변화가 현재 파형의 오른쪽 부분과 왼쪽 부분 중 어느 쪽이 이동해 와야 가능한지를 판단한다.

암기 포인트

공간 기울기와 시간에 따른 변위 변화의 부호가 같으면 왼쪽 진행, 서로 반대이면 오른쪽 진행이다.

NoteBase

문 19. 그림 (가), (나)는 한쪽 끝이 닫힌 관에서 공기를 진동시켜 만든 정상파의 기본 진동수를 모식적으로 나타낸 것이다. 이에 대한 설명으로 옳지 않은 것은? (단, 관 안의 공기의 상태는 (가)와 (나)가 같으며 $L_1 > L_2$이다)



(가) (나)

① (가)에서 정상파의 파장은 관의 길이의 4배이다.

② 정상파의 파장은 (가)가 (나)에서보다 더 길다.

③ (가)가 (나)에서보다 더 높은 소리가 난다.

④ 관의 열린 끝 부분에서 정상파의 배가 만들어진다.

정답 3번

출제 포인트

한쪽 끝이 닫힌 관의 기본 진동에서 관의 길이와 파장·진동수의 관계를 판단하는 문제이다.

조건 정리

두 관은 모두 한쪽 끝이 닫힌 관이고 기본 진동을 한다. 관 안의 공기 상태가 같으므로 음속 v는 같으며, $L_1 > L_2$이다.

사용할 공식

한쪽 끝이 닫힌 관의 기본 진동에서는 닫힌 끝에 변위의 마디, 열린 끝에 변위의 배가 생긴다. 따라서 관의 길이는 파장의 1/4이므로

$L = \frac{\lambda}{4}, \qquad \lambda = 4L$

이고, 진동수는

$f = \frac{v}{\lambda} = \frac{v}{4L}$

이다. 기본 진동이므로 관 길이에 파장의 1/4이 들어가는 공식을 사용한다.

계산 과정

1. (가)의 파장은 $\lambda_1 = 4L_1$, (나)의 파장은 $\lambda_2 = 4L_2$이다.
2. $L_1 > L_2$이므로 $\lambda_1 > \lambda_2$이다.
3. 음속이 같을 때 $f = v/\lambda$이므로 $f_1 < f_2$이다. 따라서 더 높은 소리는 (나)에서 난다.

NoteBase

선지 판단

① O — 한쪽 끝이 닫힌 관의 기본 진동에서는 $L = \lambda/4$이므로 (가)의 파장은 $\lambda_1 = 4L_1$이다.
② O — $L_1 > L_2$이고 $\lambda = 4L$이므로 $\lambda_1 > \lambda_2$이다. 따라서 (가)의 파장이 더 길다.
③ X — 음속이 같으면 $f = v/(4L)$이므로 관이 긴 (가)의 진동수가 더 작다. 틀린 표현인 '(가)가 더 높은 소리가 난다'는 '(나)가 더 높은 소리가 난다'로 고쳐야 한다.
④ O — 한쪽 끝이 닫힌 관에서 공기 입자의 변위는 닫힌 끝에서 마디, 열린 끝에서 배를 이룬다. 따라서 열린 끝 부분에 정상파의 변위의 배가 만들어진다.

오답 포인트

③은 관이 길수록 파장이 길어진다는 사실과 소리의 높낮이를 혼동하게 만든다. 같은 음속에서는 파장이 길수록 진동수가 작으므로, 더 긴 관에서 더 낮은 소리가 난다. 또한 열린 끝의 '배'는 공기 입자 변위의 배이며 압력은 마디라는 점을 구분한다.

다시 나오면 이렇게 판단

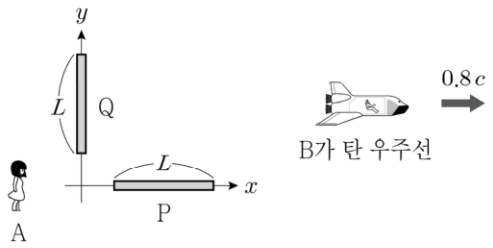
한쪽 끝이 닫힌 관의 기본 진동에서는 먼저 $\lambda = 4L$을 적용하고, 이어서 $f = v/\lambda$로 높낮이를 비교한다. 같은 공기에서 긴 관일수록 파장은 길고 진동수는 작다.

암기 포인트

닫힌 관의 기본 진동은 '길이 $=$ 파장의 1/4', 즉 $\lambda = 4L$, $f = v/(4L)$이다.

NoteBase

문 20. 그림은 B가 탄 우주선이 A에 대하여 $+x$방향으로 $0.8c$로 등속도 운동하고 있는 것을 나타낸 것이다. A에 대하여 정지한 막대 P, Q는 각각 x축, y축상에 놓여 있고, A가 측정한 P, Q의 길이는 모두 L이다. 이에 대한 설명으로 옳지 않은 것은? (단, c는 빛의 속력이다)



① B가 측정할 때, A의 시간은 빠르게 간다.

② B가 측정할 때, Q의 길이는 L이다.

③ B가 측정할 때, P의 길이가 Q의 길이보다 짧다.

④ B가 볼 때, A는 $-x$방향으로 $0.8c$의 속력으로 움직인다.

정답 1번

출제 포인트

관성계 사이의 상대 운동에서 시간 지연이 나타나며, 운동 방향과 나란한 길이만 수축하고 수직인 길이는 변하지 않는다는 점을 판단하는 문제이다.

조건 정리

A의 관성계에서 우주선 B는 $+x$방향으로 $0.8c$의 속력으로 움직인다. 막대 P와 Q는 A에 대해 정지해 있으므로 각각의 고유 길이는 L이다. P는 상대 운동 방향과 나란하고, Q는 상대 운동 방향에 수직이다. B의 관성계에서는 A와 두 막대가 $-x$방향으로 $0.8c$의 속력으로 움직인다.

사용할 공식

로런츠 인자는

$\gamma = \frac{1}{\sqrt{1 - v^2/c^2}}$

이고, 운동 방향과 나란한 막대의 길이는

$L_{\parallel} = \frac{L_0}{\gamma}$

이다. 움직이는 시계의 경과 시간은 관찰자 좌표시간보다 작아

$\Delta\tau = \frac{\Delta t}{\gamma}$

가 된다. 길이 수축은 상대 운동 방향의 성분에만 적용되며 수직 방향의 길이는 변하지 않는다.

NoteBase

계산 과정

상대 속력은 $v = 0.8c$이므로
$\gamma = \frac{1}{\sqrt{1-(0.8)^2}} = \frac{1}{0.6} = \frac{5}{3}$
이다. 따라서 B가 측정한 P의 길이는
$L_P' = \frac{L}{\gamma} = 0.6L$
이고, 상대 운동에 수직인 Q의 길이는 $L_Q' = L$이다. 또한 B의 시간 Δt_B 동안 A의 시계가 가는 시간은
$\Delta \tau_A = \Delta t_B / \gamma = 0.6 \Delta t_B$이므로 B가 볼 때 A의 시간은 느리게 간다.

선지 판단

① X — B의 관성계에서 A의 시계는 움직이는 시계이므로 시간 지연에 의해 느리게 간다. 틀린 표현인 'A의 시간은 빠르게 간다'는 'A의 시간은 느리게 간다'로 고쳐야 한다.
② O — Q는 상대 운동 방향인 x축에 수직이므로 길이 수축이 일어나지 않아 B가 측정한 길이도 L이다.
③ O — P는 운동 방향과 나란하여 $0.6L$로 수축하지만 Q는 L이므로, B가 측정한 P의 길이가 Q의 길이보다 짧다.
④ O — A가 볼 때 B가 $+x$방향으로 $0.8c$로 움직이면, 상대 속도의 대칭성에 따라 B가 볼 때 A는 $-x$방향으로 $0.8c$로 움직인다.

오답 포인트

상대 운동의 대칭성 때문에 B가 보는 A의 속도 방향은 반대가 되지만, 이를 시간의 빠르기까지 반대로 판단해서는 안 된다. 어느 관성계에서 보든 상대편의 움직이는 시계는 느리게 간다. 또한 길이 수축을 막대 Q에도 적용하는 오류를 피해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 관찰자의 관성계에서 대상의 운동 방향을 정하고, 움직이는 시계에는 시간 지연을 적용한다. 길이는 운동 방향과 나란한 성분에만 $1/\gamma$를 곱하고 수직 성분은 그대로 둔다.

암기 포인트

움직이는 시계는 느리게 가고, 움직이는 물체의 길이는 운동 방향으로만 수축한다. $v = 0.8c$이면 $\gamma = 5/3$, 길이 수축 비율은 $1/\gamma = 0.6$이다.

NoteBase