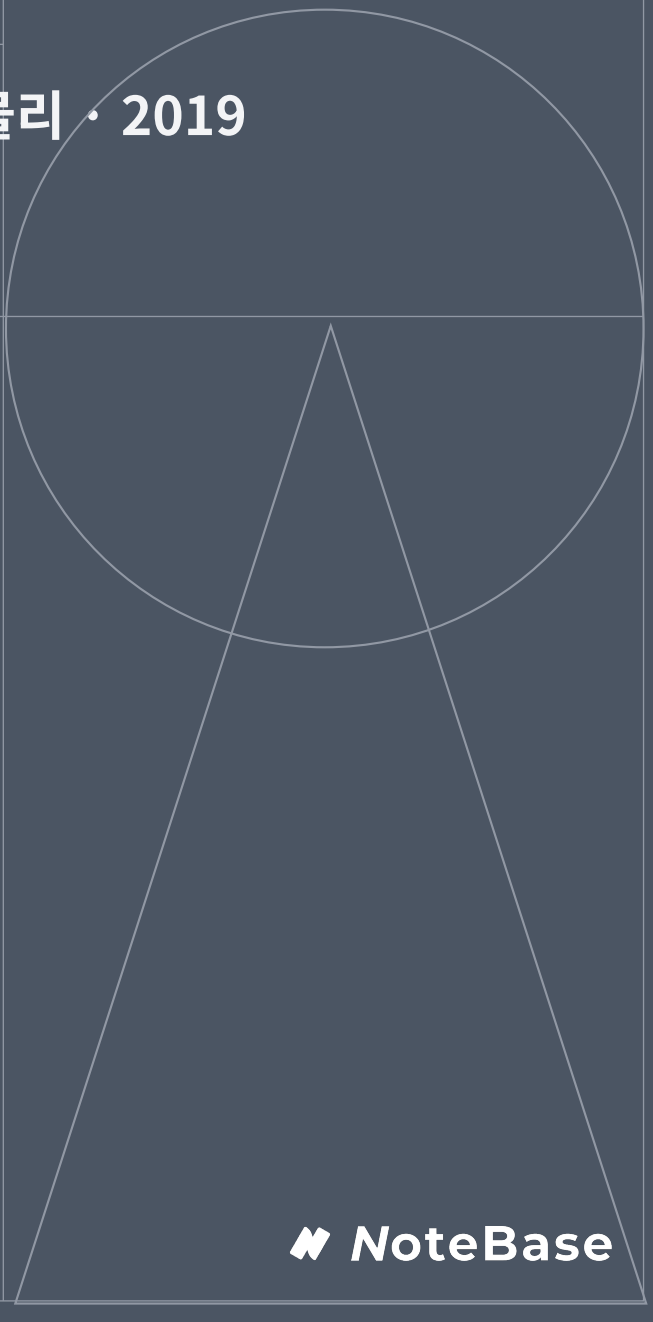
기출OX 해설집

공무원/지방직/9급 경력 · 물리 · 2019



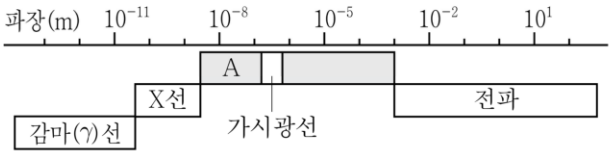
NoteBase

기출OX 해설집

공무원/지방직/9급 경력 · 물리 · 2019

공무원/지방직/9급 경력 · 물리 · 2019

문 1. 그림은 전자기파를 파장에 따라 분류한 것이다. A에 대한 설명으로 옳은 것만을 모두 고르면?



ㄱ. 살균이나 소독에 사용한다.
ㄴ. 가시광선의 빨강 빛보다 진동수가 작다.
ㄷ. 열을 내는 물체에서 주로 발생한다.

① ㄱ ② ㄴ
③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ

정답 1번

출제 포인트

전자기파는 파장이 길어질수록 진동수가 작아진다. 도식에서 A는 X선과 가시광선 사이의 파장 영역에 있으므로 자외선이다.

NoteBase

선지별 해설

① O
ㄱ만 옳다. 자외선은 미생물의 유전 물질에 손상을 줄 수 있어 살균이나 소독에 사용한다.

② X
ㄴ은 틀리다. 자외선은 가시광선의 빨강 빛보다 파장이 짧으므로 진동수가 더 크다. '진동수가 작다'는 표현은 '진동수가 크다'로 고쳐야 한다.

③ X
ㄱ은 옳지만 ㄴ은 틀리므로 ㄱ과 ㄴ을 함께 고른 것은 옳지 않다. 올바르게는 ㄱ만 옳으므로 ①이다.

④ X
ㄴ과 ㄷ이 모두 틀리다. 자외선은 빨강 빛보다 진동수가 크며, 열을 내는 물체에서 주로 발생하는 전자기파는 자외선이 아니라 적외선이다. 올바르게는 'ㄴ, ㄷ'이 아니라 'ㄱ만'이다.

오답 포인트

A를 적외선으로 혼동하면 ㄷ을 옳다고 판단하기 쉽다. 전자기파의 파장 순서는 X선 다음이 자외선, 그다음이 가시광선이며, 적외선은 가시광선보다 파장이 긴 쪽에 있다.

다시 나오면 이렇게 판단

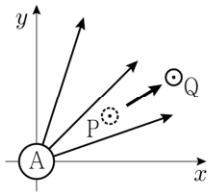
도식에서 먼저 파장의 증가 방향을 확인한 뒤 전자기파를 감마선－X선－자외선－가시광선－적외선－전파 순으로 배치한다. 이어서 진동수는 파장과 반대 방향으로 변한다는 관계를 적용한다.

암기 포인트

자외선은 X선과 가시광선 사이이며 살균에 쓰이고, 적외선은 열과 관련된다.

NoteBase

문 2. 그림은 원점에 놓인 대전된 도체구 A에 의해 형성된 전기력선의 일부와 전기장 내에서 대전된 점전하를 P점에 가만히 놓았더니 Q점을 향하여 이동하는 것을 나타낸 것이다. 이에 대한 설명으로 옳은 것은?



① A는 음(−)전하를 띤다.
② 점전하는 음(−)전하로 대전되어 있다.
③ 전기장의 세기는 P에서가 Q에서보다 작다.
④ P에서 Q로 이동하는 동안 점전하의 속력은 증가한다.

정답 4번

출제 포인트

전기력선이 도체구 A에서 바깥쪽으로 뻗으므로 A는 양(+)전하를 띠며, P에 놓인 점전하는 전기력선 방향인 Q 쪽으로 움직이므로 양(+)전하이다. 또한 P보다 Q가 A에서 더 멀다는 도식의 거리 관계를 이용해 전기장과 속력의 변화를 판단한다.

선지별 해설

① X
A에서 전기력선이 바깥쪽으로 나오므로 A는 양(+)전하를 띤다. 틀린 표현인 '음(-)전하'를 고치면 'A는 양(+)전하를 띤다'가 된다.

② X
점전하는 P에서 Q 쪽, 즉 전기력선 방향으로 힘을 받아 움직이므로 양(+)전하이다. 틀린 표현인 '음(-)전하'를 고치면 '점전하는 양(+)전하로 대전되어 있다'가 된다.

③ X
점전하 A가 만드는 전기장의 세기는 $E = k|Q_A|/r^2$이므로 A에 더 가까운 P에서 더 크고, 더 먼 Q에서 더 작다. 틀린 대소 관계를 고치면 '전기장의 세기는 P에서가 Q에서보다 크다'가 된다.

④ O
양(+)전하인 점전하는 A로부터 바깥쪽으로 전기력을 받아 P에서 Q까지 계속 양의 일을 받는다. 따라서 운동에너지가 증가하므로 속력도 증가한다.

NoteBase

오답 포인트

전기력선의 화살표 방향을 놓치면 A와 점전하의 부호를 반대로 판단하기 쉽다. 또 A에서 멀어질수록 전기력과 가속도의 크기는 감소하지만, 힘의 방향과 이동 방향이 같아 운동 에너지는 계속 증가하므로 속력은 증가한다. ‘가속도 감소’를 ‘속력 감소’로 혼동하지 않는 것이 핵심이다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 전기력선이 나오는 전하는 양(+), 들어가는 전하는 음(-)으로 판단한다. 다음으로 양전하는 전기력선 방향, 음전하는 그 반대 방향으로 힘을 받는다는 점을 적용한다. 마지막으로 점전하에서 멀어질수록 $E \propto 1/r^2$로 감소하지만, 전기력이 이동 방향으로 일을 하면 속력은 증가한다고 판단한다.

암기 포인트

전기력선은 양(+)에서 나와 음(-)으로 들어가며, 힘과 이동 방향이 같으면 전기력이 양의 일을 하여 속력이 증가한다.

NoteBase

문 3. 저항이 4 Ω인 송전선에 20 A의 전류가 흐를 때, 송전선에서 열로 손실된 전력[W]은?

① 800 ② 1,000

③ 1,600 ④ 3,200

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 전류가 흐르는 저항에서 열로 손실되는 전력을 줄열 공식으로 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 저항 $R = 4\Omega$, 전류 $I = 20A$

구해야 할 값: 송전선에서 열로 손실되는 전력 P

주의할 조건: 전력 계산에서는 전류를 제곱한다.

사용할 공식

저항에서 발생하는 줄열 전력은 다음과 같다.

$P = I^2R$

송전선의 저항과 그 저항에 흐르는 전류가 주어졌으므로 이 공식을 사용한다.

계산 과정

주어진 값을 공식에 대입한다.

$P = (20A)^2 \times 4\Omega$

$P = 400 \times 4 = 1{,}600W$

따라서 열로 손실되는 전력은 $1{,}600W$이다.

선지 판단

① X — $800W$라는 값이 틀렸으며, 올바른 값은 $1{,}600W$이다.

② X — $1{,}000W$라는 값이 틀렸으며, $20^2 \times 4$를 계산하면 $1{,}600W$이다.

③ O — $I^2R = 20^2 \times 4 = 1{,}600W$이므로 계산 결과와 일치한다.

④ X — $3{,}200W$라는 값이 틀렸으며, 이는 올바른 값 $1{,}600W$의 2배이다. 올바른 값은 $1{,}600W$이다.

오답 포인트

전력을 IR로 계산하거나 전류의 제곱을 빠뜨리면 안 된다. 저항에서 발생하는 열전력은 전류의 제곱에 비례하므로 반드시 I^2R를 적용한다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

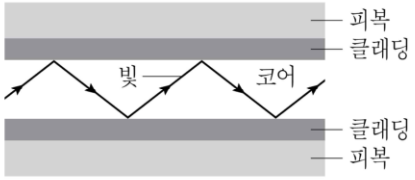
저항과 전류가 주어지고 열로 소비되는 전력을 묻는 경우에는 $P = I^2R$를 선택한 뒤, 전류 제곱과 단위 W를 차례로 검산한다.

암기 포인트

줄열 전력은 $P = I^2R$이며, 전류가 커지면 손실 전력은 전류의 제곱만큼 커진다.

NoteBase

문 4. 그림은 빛이 광섬유의 코어를 통해서만 진행하는 모습을 나타낸 것이다. 이에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?



① 코어의 굴절률이 클래딩의 굴절률보다 크다.
② 코어와 클래딩의 경계면에서 전반사가 일어난다.
③ 코어를 진행하는 빛의 속력은 진공에서보다 느리다.
④ 코어와 클래딩의 경계면에서 빛의 입사각은 임계각보다 작다.

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 광섬유의 코어와 클래딩 경계에서 전반사가 일어나는 조건을 도식과 연결하여 판단하는 문제이다. 코어의 굴절률이 클래딩의 굴절률보다 크고, 코어에서 경계면으로 향하는 빛의 입사각이 임계각보다 커야 빛이 코어 안에서 반복하여 전반사한다.

선지별 해설

① O — 코어의 굴절률은 클래딩의 굴절률보다 크다. 빛이 굴절률이 큰 코어에서 굴절률이 작은 클래딩 쪽으로 진행해야 전반사가 가능하다.

② O — 도식처럼 코어와 클래딩의 경계면에서 전반사가 반복되어 빛이 코어를 따라 진행한다.

③ O — 매질에서 빛의 속력은 $v = c/n$이다. 코어의 굴절률 n은 1보다 크므로 코어에서의 빛의 속력은 진공에서의 속력 c보다 느리다.

④ X — '입사각은 임계각보다 작다'가 틀린 표현이다. 전반사가 일어나려면 입사각을 경계면의 법선에 대해 측정했을 때 임계각보다 커야 한다. 올바르게는 '코어와 클래딩의 경계면에서 빛의 입사각은 임계각보다 크다'이다.

오답 포인트

입사각을 경계면 자체와 이루는 각으로 착각하거나 전반사 조건의 부등호를 반대로 기억하기 쉽다. 입사각은 법선을 기준으로 재며, 굴절률이 큰 매질에서 작은 매질로 진행하는 빛의 입사각이 임계각보다 클 때 전반사가 일어난다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

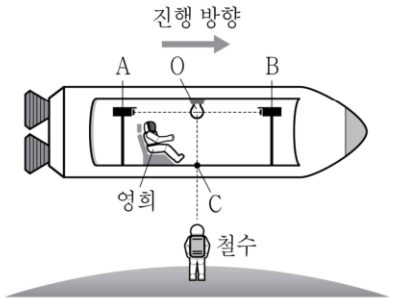
먼저 빛이 굴절률이 큰 매질에서 작은 매질로 향하는지 확인한 다음, 법선 기준 입사각이 임계각보다 큰지 확인한다. 두 조건을 모두 만족하면 전반사이다.

암기 포인트

전반사의 두 조건은 '큰 굴절률에서 작은 굴절률로, 입사각은 임계각보다 크게'이다.

NoteBase

문 5. 그림과 같이 철수에 대하여 광속에 가까운 속력으로 등속도 운동하는 우주선에 영희가 타고 있다. 영희가 측정할 때 광원 O에서 나온 빛이 검출기 A, B에 동시에 도달했다. 이에 대한 설명으로 옳은 것만을 모두 고르면?



ㄱ. 철수가 측정할 때 O에서 나온 빛은 A와 B에 동시에 도달한다.
ㄴ. 우주선의 길이는 철수가 측정한 값이 영희가 측정한 값보다 크다.
ㄷ. 빛이 O에서 C까지 진행하는 데 걸린 시간은 철수가 측정한 값이 영희가 측정한 값보다 크다.

① ㄱ　② ㄷ
③ ㄱ, ㄴ　④ ㄴ, ㄷ

정답 2번

출제 포인트

우주선이 오른쪽으로 운동하는 도식에서 빛의 도달 사건을 우주선과 철수의 기준계로 나누어 판단하는 문제이다. 우주선 기준에서는 A와 B가 O에서 같은 거리에 있지만, 철수 기준에서는 뒤쪽 검출기 A가 빛을 향해 다가가고 앞쪽 검출기 B는 빛에서 멀어진다.

NoteBase

선지별 해설

ㄱ X — 철수의 기준계에서는 우주선이 오른쪽으로 움직인다. 왼쪽으로 진행하는 빛과 뒤쪽 검출기 A는 서로 다가가지만, 오른쪽으로 진행하는 빛은 앞쪽 검출기 B를 뒤쫓아야 하므로 빛은 A에 먼저 도달한다. 틀린 표현 ‘A와 B에 동시에 도달한다’는 ‘A에 먼저 도달하고 B에 나중에 도달한다’로 고쳐야 한다.
ㄴ X — 우주선과 함께 움직이는 영희가 측정한 우주선의 길이가 고유 길이이다. 철수가 측정하면 운동 방향의 길이가 수축하므로 철수가 측정한 값이 더 작다. 틀린 표현 ‘철수가 측정한 값이 영희가 측정한 값보다 크다’는 ‘철수가 측정한 값이 영희가 측정한 값보다 작다’로 고쳐야 한다.
ㄷ O — 영희의 기준계에서는 빛이 O에서 C까지 수직으로 진행한다. 철수의 기준계에서는 C가 우주선과 함께 오른쪽으로 움직이므로 빛이 C에 도달하려면 대각선으로 더 긴 경로를 지나야 한다. 광속은 두 기준계에서 같으므로 철수가 측정한 시간이 영희가 측정한 시간보다 크다.

① X — ㄱ만 옳다고 묶었지만 ㄱ은 틀리고 ㄷ이 옳다. 올바른 묶음은 ㄷ만 포함한 ②이다.
② O — ㄷ만 옳으므로 옳은 것을 모두 고른 선택지이다.
③ X — ㄱ과 ㄴ은 모두 틀리며, 이 선택지는 옳은 ㄷ을 포함하지 않는다. 올바른 묶음은 ㄷ만 포함한 ②이다.
④ X — ㄷ은 옳지만 ㄴ은 틀리므로 두 진술을 함께 고를 수 없다. 올바른 묶음은 ㄷ만 포함한 ②이다.

오답 포인트

영희가 본 A·B 동시 도달을 철수의 기준계에도 그대로 적용하는 것이 핵심 함정이다. 동시성은 기준계에 따라 달라진다. 또한 움직이는 우주선의 길이는 철수에게 수축해 보이지만, O에서 C까지 빛이 가는 경로는 철수에게 대각선이 되어 더 길어진다는 점을 구분해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

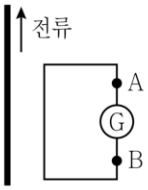
먼저 각 관찰자에게 장치가 정지해 있는지 움직이는지 구분한다. 움직이는 기준계에서는 뒤쪽 검출기는 빛을 향해 다가가고 앞쪽 검출기는 빛에서 멀어진다는 점으로 도달 순서를 판단한다. 길이는 운동 방향에서 수축하고, 광속이 같을 때 더 긴 광경로에는 더 긴 시간이 걸린다.

암기 포인트

우주선 안에서는 A·B 동시, 철수에게는 A가 먼저이다. 철수에게 우주선 길이는 더 짧고 O→C 빛의 이동 시간은 더 길다.

NoteBase

문 6. 그림은 평면 위에 전류가 흐르는 직선 도선과 검류계가 연결된 직사각형 도선이 놓인 것을 나타낸 것이다. 직사각형 도선에 A→Ⓖ→B 방향으로 전류가 흐르는 경우만을 모두 고르면?



ㄱ. 직선 도선에 흐르는 전류 세기가 일정하다.
ㄴ. 직선 도선에 흐르는 전류 세기가 점점 감소한다.
ㄷ. 직선 도선의 전류 세기가 일정하고 직선 도선과 직사각형 도선 사이의 거리가 점점 멀어진다.

① ㄴ ② ㄱ, ㄷ
③ ㄴ, ㄷ ④ ㄱ, ㄴ, ㄷ

정답 3번

출제 포인트

직선 도선의 전류가 만드는 자기장의 방향과 자기 선속의 변화를 파악하고, 렌츠 법칙으로 직사각형 도선의 유도 전류 방향을 판단하는 문제이다. 직선 도선의 오른쪽에서 위쪽 전류가 만드는 자기장은 종이 안쪽 방향이며, A→G→B는 직사각형 도선에 시계 방향 전류가 흐르는 경우이다.

선지별 해설

① X
ㄴ은 옳지만 ㄷ도 옳으므로 'ㄴ'만 고른 것이 잘못이다. 올바르게는 'ㄴ, ㄷ'이다.

② X
ㄷ은 옳지만 ㄱ은 옳지 않고 ㄴ이 빠져 있다. 전류의 세기와 도선 사이의 거리가 모두 일정하면 자기 선속이 변하지 않아 유도 전류가 흐르지 않는다. 올바르게는 'ㄴ, ㄷ'이다.

③ O
ㄴ에서 직선 도선의 전류가 감소하면 종이 안쪽 방향의 자기 선속이 감소한다. 이를 방해하기 위해 직사각형 도선에는 종이 안쪽 자기장을 만드는 시계 방향 유도 전류가 흐르므로 검류계에서는 A→G→B 방향이다.
ㄷ에서도 거리가 멀어질수록 종이 안쪽 방향의 자기 선속이 감소하므로 같은 방향의 유도 전류가 흐른다. 따라서 ㄴ과 ㄷ이 모두 옳다.

④ X
ㄴ과 ㄷ은 옳지만 ㄱ은 옳지 않다. ㄱ의 '전류 세기가 일정하다'는 조건에서는 유도 전류가 생기지 않으며, 거리도 일정한 그림의 상태에서는 자기 선속이 변하지 않는다. 올바르게는 'ㄴ, ㄷ'이다.

NoteBase

오답 포인트

유도 전류는 자기장이 존재한다는 이유만으로 흐르는 것이 아니라 도선을 통과하는 자기 선속이 변할 때 흐른다. ㄱ처럼 전류와 위치가 모두 일정하면 자기 선속이 일정하다. 반면 ㄴ의 전류 감소와 ㄷ의 거리 증가는 모두 종이 안쪽 자기 선속을 감소시키므로 같은 시계 방향 유도 전류를 만든다.

다시 나오면 이렇게 판단

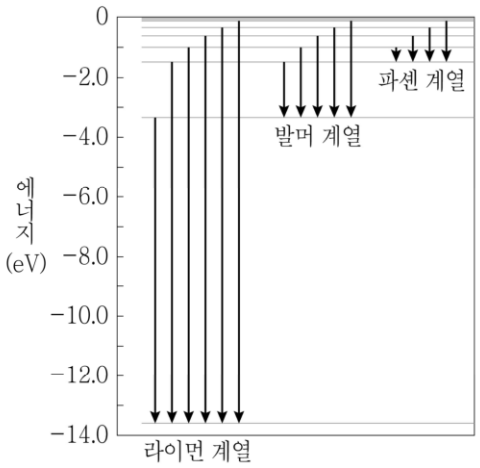
먼저 오른손 법칙으로 직선 도선이 만드는 자기장 방향을 정한다. 다음으로 전류의 세기나 도선 사이의 거리 변화가 자기 선속을 증가시키는지 감소시키는지 판단한다. 마지막으로 렌츠 법칙에 따라 그 변화를 방해하는 유도 자기장 방향을 정하고, 오른손 감기 법칙으로 유도 전류 방향을 찾는다.

암기 포인트

직선 도선의 오른쪽에서 위쪽 전류가 만드는 자기장은 종이 안쪽이며, 그 자기 선속이 감소하면 직사각형 도선에는 시계 방향 유도 전류가 흐른다.

NoteBase

문 7. 그림은 수소 원자가 방출하는 선스펙트럼 계열의 일부를 나타낸 것이다. 이에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?



① 수소 원자에 있는 전자의 에너지 준위는 불연속적이다.
② 전자기파의 진동수는 라이먼 계열이 발머 계열보다 크다.
③ 광자 1개의 에너지는 라이먼 계열이 파셴 계열보다 크다.
④ 파셴 계열의 전자기파는 인체의 골격 사진을 찍는 데 이용된다.

정답 4번

출제 포인트

수소 원자의 선스펙트럼 계열은 전자가 불연속적인 에너지 준위 사이를 전이할 때 방출하는 광자의 에너지로 구분된다. 그림에서 라이먼 계열은 $n = 1$, 발머 계열은 $n = 2$, 파셴 계열은 $n = 3$ 준위로 내려오는 전이이다.

선지별 해설

① O — 그림의 수평선처럼 수소 원자에서 전자가 가질 수 있는 에너지는 연속적이지 않고 특정 값으로 양자화되어 있으므로 에너지 준위는 불연속적이다.

② O — 같은 초기 양자수의 전이를 비교하면 $n = 1$로 내려오는 라이먼 전이가 $n = 2$로 내려오는 발머 전이보다 에너지 차이 ΔE가 크다. $f = \Delta E/h$이므로 라이먼 계열의 진동수가 더 크다.

③ O — 라이먼 계열의 전이는 파셴 계열보다 에너지 차이가 크므로 방출 광자 한 개의 에너지 $E = hf$도 더 크다.

④ X — '파셴 계열의 전자기파는 인체의 골격 사진을 찍는 데 이용된다'가 틀린 표현이다. 파셴 계열은 적외선 영역이며, 인체의 골격 사진 촬영에는 투과력이 큰 X선을 이용한다.

오답 포인트

파셴 계열을 X선과 혼동하는 것이 함정이다. 수소의 파셴 계열은 적외선이고, 골격 사진에 이용되는 전자기파는 X선이다. 또한 계열의 에너지와 진동수는 화살표의 길이, 즉 에너지 준위 차이로 비교한다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

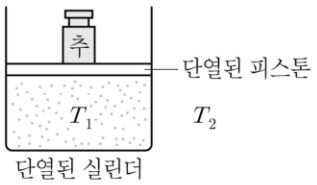
먼저 전이가 끝나는 준위를 확인한다. 종착 준위가 $n = 1$, $n = 2$, $n = 3$이면 각각 라이먼, 발머, 파셴 계열이다. 그다음 화살표의 에너지 차이 ΔE를 비교하고, $E = hf$에 따라 에너지 차이가 클수록 광자의 에너지와 진동수가 크다고 판단한다.

암기 포인트

라이먼은 자외선, 발머는 가시광선, 파셴은 적외선이며, 골격 사진은 X선이다.

NoteBase

문 8. 그림은 단열된 실린더에 일정량의 이상기체가 들어 있고 추가 놓여 있는 단열된 피스톤이 정지해 있는 모습을 나타낸 것이며, 이상기체의 온도와 외부의 온도는 각각 T_1과 T_2이다. 추를 제거하였더니 피스톤은 천천히 움직이다가 멈추었고 이상기체의 온도와 외부의 온도는 T_2로 같아졌다. 이에 대한 설명으로 옳은 것만을 모두 고르면? (단, 이상기체의 누출은 없고 대기압은 일정하며, 실린더와 피스톤 사이의 마찰은 무시한다)



ㄱ. $T_1 > T_2$이다.
ㄴ. 피스톤이 움직이는 동안 이상기체의 압력은 증가한다.
ㄷ. 이상기체가 한 일은 이상기체의 내부에너지 감소량과 같다.

① ㄱ ② ㄴ
③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ

정답 3번

출제 포인트

추를 제거한 뒤 일어나는 단열 팽창에서 기체의 압력과 온도가 어떻게 변하는지, 그리고 열역학 제1법칙으로 기체가 한 일과 내부 에너지 변화의 관계를 판단하는 문제이다.

조건 정리

실린더와 피스톤이 단열되어 있으므로 기체가 외부와 주고받는 열은 $Q = 0$이다. 추를 제거하면 피스톤에 작용하는 외부 압력이 작아져 기체가 팽창하며 피스톤을 밀어 올린다. 이상기체의 내부 에너지는 온도에 의해서만 결정된다.

사용할 공식

기체가 외부에 한 일을 W라 하면 열역학 제1법칙은 $\Delta U = Q - W$이다. 단열 과정에서는 $Q = 0$이므로 $\Delta U = -W$, 즉 $W = U_1 - U_2$이다.

계산 과정

1. 추를 제거하면 외부 압력이 감소하므로 기체가 팽창하며 양의 일 $W > 0$을 한다.
2. 단열 조건에서 $\Delta U = -W < 0$이므로 기체의 내부 에너지가 감소한다.
3. 이상기체의 내부 에너지는 온도에 비례하므로 온도가 내려간다. 최종 온도가 T_2이므로 $T_1 > T_2$이다.
4. 팽창 과정에서 기체의 압력은 처음의 큰 평형 압력에서 추를 제거한 뒤의 작은 평형 압력으로 감소한다.

NoteBase

선지 판단

ㄱ O — 단열 팽창 중 기체가 일을 하여 내부 에너지와 온도가 감소하므로 $T_1 > T_2$이다.
ㄴ X — 추를 제거하면 외부 압력이 작아지고 기체가 팽창하므로 기체의 압력은 증가하는 것이 아니라 감소한다. 틀린 표현 '압력은 증가한다'는 '압력은 감소한다'로 고쳐야 한다.
ㄷ O — $Q = 0$이므로 $W = -\Delta U = U_1 - U_2$이다. 따라서 기체가 한 일은 기체의 내부 에너지 감소량과 같다.

① X — ㄱ은 옳지만 옳은 ㄷ이 빠져 있다. 올바른 조합은 'ㄱ, ㄷ'이다.
② X — ㄴ의 '압력은 증가한다'가 틀렸으며, 올바른 조합은 'ㄱ, ㄷ'이다.
③ O — ㄱ과 ㄷ은 옳고 ㄴ은 틀리므로 'ㄱ, ㄷ'이 정확한 조합이다.
④ X — ㄷ은 옳지만 ㄴ은 틀리고 ㄱ이 빠져 있다. 올바른 조합은 'ㄱ, ㄷ'이다.

오답 포인트

피스톤이 위로 움직인다는 사실을 압력 증가로 연결하면 ㄴ을 잘못 고르게 된다. 피스톤이 올라가는 직접적인 원인은 추 제거로 외부 압력이 감소하여 순간적으로 기체 압력이 외부 압력보다 커졌기 때문이며, 팽창하는 동안 기체 압력 자체는 감소한다. 또한 단열은 온도가 일정하다는 뜻이 아니라 열의 출입이 없다는 뜻이다.

다시 나오면 이렇게 판단

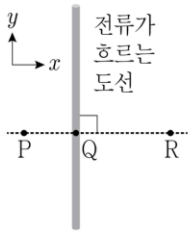
단열 피스톤 문제에서는 먼저 하중 변화로 팽창·압축을 정하고, 다음으로 $Q = 0$을 열역학 제1법칙에 대입하여 일의 부호, 내부 에너지 변화, 온도 변화를 차례로 판단한다.

암기 포인트

단열 팽창에서는 기체가 일을 하므로 $W > 0$, $\Delta U < 0$, 온도와 압력은 감소한다.

NoteBase

문 9. 그림은 xy평면에서 Q점에 놓인 가늘고 긴 직선 도선에 일정한 세기의 전류가 흐르는 것을 나타낸 것이고, 표는 xy평면에 있는 점 P, R에서 전류에 의한 자기장의 방향과 세기를 나타낸 것이다. 다른 조건은 그대로 두고 직선 도선을 y축과 평행하게 P로 옮겼을 때, 이에 대한 설명으로 옳은 것만을 모두 고르면?



위치 \ 자기장	방향	세기
P	⊙	$2B_0$
R	⊗	B_0

⊙ : xy평면에서 수직으로 나오는 방향
⊗ : xy평면에 수직으로 들어가는 방향

ㄱ. 도선에 흐르는 전류의 방향은 $+y$방향이다.
ㄴ. Q에서 자기장의 방향은 ⊗방향이다.
ㄷ. R에서 자기장의 세기는 $\frac{1}{3}B_0$이다.

① ㄱ, ㄴ ② ㄱ, ㄷ
③ ㄴ, ㄷ ④ ㄱ, ㄴ, ㄷ

정답 1번

출제 포인트

직선 도선 주위 자기장의 방향은 오른손 법칙으로, 세기는 도선으로부터의 거리 r에 반비례하는 $B = \frac{\mu_0 I}{2\pi r}$로 판단한다. 그림에서 $PQ = d$라 하면 처음 자기장 세기가 P에서 $2B_0$, R에서 B_0이므로 $QR = 2d$이다.

선지별 해설

① O — ㄱ, ㄴ이 모두 옳다. 처음 도선의 왼쪽인 P에서 자기장이 종이 밖 방향이므로 오른손 법칙에 따라 전류는 $+y$방향이다. 도선을 P로 옮기면 Q는 도선의 오른쪽에 있으므로 자기장은 종이 안쪽인 ⊗방향이다.

② X — ㄱ은 옳지만 ㄷ이 틀리다. $PQ = d$, $QR = 2d$이므로 도선을 P로 옮긴 뒤 R까지의 거리는 $PR = 3d$이다. 처음 P에서 $\frac{\mu_0 I}{2\pi d} = 2B_0$이므로 옮긴 뒤 R의 자기장은 $\frac{\mu_0 I}{2\pi(3d)} = \frac{2}{3}B_0$이다. 틀린 표현 $\frac{1}{3}B_0$은 $\frac{2}{3}B_0$으로 고쳐야 하며, 올바른 조합은 ㄱ, ㄴ이다.

③ X — ㄴ은 옳지만 ㄷ이 틀리고, 옳은 ㄱ이 빠져 있다. ㄷ의 $\frac{1}{3}B_0$은 $\frac{2}{3}B_0$으로 고쳐야 하며, 올바른 조합은 ㄱ, ㄴ이다.

④ X — ㄱ과 ㄴ은 옳지만 ㄷ이 틀리므로 세 진술이 모두 옳지는 않다. ㄷ의 $\frac{1}{3}B_0$은 $\frac{2}{3}B_0$으로 고쳐야 하며, 올바른 조합은 ㄱ, ㄴ이다.

NoteBase

오답 포인트

도선을 옮긴 뒤 R까지의 거리를 기존의 $QR = 2d$로 그대로 쓰는 것이 함정이다. 새 도선의 위치가 P이므로 R까지의 거리는 $PR = PQ + QR = 3d$이며, 세기는 처음 P에서의 $2B_0$를 기준으로 거리비를 적용하여 $2B_0 \times \frac{d}{3d} = \frac{2}{3}B_0$가 된다.

다시 나오면 이렇게 판단

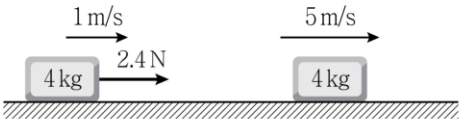
먼저 한 점의 자기장 방향으로 전류 방향을 결정한다. 다음으로 $B \propto \frac{1}{r}$를 이용해 그림의 거리비를 구하고, 도선이 이동하면 새 도선 위치를 기준으로 각 점까지의 거리를 다시 계산한다.

암기 포인트

직선 전류의 자기장은 오른손으로 감기고, 세기는 도선에서 멀어질수록 거리의 역수로 작아진다.

NoteBase

문 10. 그림은 마찰이 없는 수평면에서 1 m/s의 속력으로 운동하던 질량 4 kg인 물체에 수평면과 나란한 방향으로 일정한 힘 2.4 N을 계속 가하였더니 물체의 속력이 5 m/s가 된 것을 나타낸 것이다. 이때 힘이 가해지는 동안 물체의 이동거리[m]는? (단, 물체의 크기는 무시한다)



① 20 ② 15
③ 10 ④ 5

정답 1번

출제 포인트

일정한 힘으로 생긴 가속도를 구한 뒤 등가속도 운동 공식을 이용하여 이동거리를 계산하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 질량 $m = 4kg$, 힘 $F = 2.4N$, 처음 속력 $v_0 = 1m/s$, 나중 속력 $v = 5m/s$이다.
구해야 할 값: 힘이 가해지는 동안의 이동거리 s이다.
주의할 조건: 마찰이 없으므로 수평 방향의 알짜힘은 $2.4N$이며, 이 힘이 일정하므로 가속도도 일정하다.

사용할 공식

뉴턴의 운동 법칙 $F = ma$에서 $a = F/m$이다. 시간 없이 처음 속력, 나중 속력, 가속도, 이동거리의 관계를 나타내는 등가속도 운동식은 $v^2 = v_0^2 + 2as$이다.
힘과 질량으로 일정한 가속도를 구할 수 있고, 문제에 시간이 주어지지 않았으므로 이 두 공식을 사용한다.

계산 과정

1. 가속도를 구하면 $a = F/m = 2.4/4 = 0.6m/s^2$이다.
2. 등가속도 운동식에 값을 대입하면 $5^2 = 1^2 + 2 \times 0.6 \times s$이다.
3. 따라서 $25 - 1 = 1.2s$이므로 $s = 24/1.2 = 20m$이다.

선지 판단

① O — 계산 결과 이동거리는 $20m$이므로 옳다.
② X — $15m$는 계산 결과와 다르다. 틀린 값 $15m$가 아니라 올바른 이동거리는 $20m$이다.
③ X — $10m$는 계산 결과와 다르다. 틀린 값 $10m$가 아니라 올바른 이동거리는 $20m$이다.
④ X — $5m$는 계산 결과와 다르다. 틀린 값 $5m$가 아니라 올바른 이동거리는 $20m$이다.
계산 결과가 $20m$이므로 정답은 1번이다.

NoteBase

오답 포인트

속력이 $1m/s$에서 $5m/s$로 변했다는 이유로 속력 차만 이용하면 안 된다. 이동거리는 먼저 $F = ma$로 가속도를 구한 뒤 $v^2 - v_0^2 = 2as$에 속력의 제곱 차를 대입하여 계산한다.

다시 나오면 이렇게 판단

마찰이 없고 일정한 수평력이 주어지면 먼저 $a = F/m$을 구한다. 시간이 없고 두 속력이 주어지면 $v^2 = v_0^2 + 2as$를 선택하여 이동거리를 구하고 단위를 확인한다.

암기 포인트

일정한 힘은 일정한 가속도를 만들며, 시간이 없는 등가속도 운동에서는 $v^2 - v_0^2 = 2as$를 사용한다.

NoteBase

문 11. 다음 글에서 설명하는 기본 힘은?

> ○ 이 힘을 매개하는 입자에는 Z보손과 W보손이 있다.
> ○ 중성자가 전자와 중성미자를 방출하면서 양성자로 붕괴되는 과정(베타붕괴)에서 발견되었다.

① 약한 상호작용(약력)
② 강한 상호작용(강력)
③ 전자기력
④ 중력

정답 1번

출제 포인트

기본 상호작용을 매개하는 입자와 대표 현상으로 어떤 힘인지 구별하는 문제이다.

핵심 개념

약한 상호작용은 입자의 종류를 바꾸는 붕괴에 관여하는 기본 상호작용이며, $W^{\pm}$ 보손과 Z^{0} 보손이 매개한다.
베타 붕괴는 약한 상호작용의 대표적인 현상이다.
네 가지 기본 상호작용은 약한 상호작용, 강한 상호작용, 전자기력, 중력으로 구분한다.

선지별 해설

① O — 약한 상호작용은 $W^{\pm}$ 보손과 Z^{0} 보손이 매개하며 베타 붕괴를 일으키므로 두 단서에 모두 맞는다.
② X — 틀린 표현은 '강한 상호작용(강력)'이다. 강한 상호작용은 쿼크를 결합시키며 글루온이 매개한다. 올바르게는 '약한 상호작용(약력)'이다.
③ X — 틀린 표현은 '전자기력'이다. 전자기력은 전하를 띤 입자 사이에 작용하며 광자가 매개한다. 올바르게는 '약한 상호작용(약력)'이다.
④ X — 틀린 표현은 '중력'이다. 중력은 질량과 에너지에 관련된 상호작용이며, 제시된 $W^{\pm}\cdot Z^{0}$ 보손과 베타 붕괴의 힘이 아니다. 올바르게는 '약한 상호작용(약력)'이다.

오답 포인트

'중성자가 양성자로 붕괴한다'는 표현만 보고 원자핵 내부의 강한 상호작용으로 착각하기 쉽다. 입자의 종류가 바뀌고 전자와 중성미자가 방출되는 베타 붕괴는 약한 상호작용이며, $W^{\pm}\cdot Z^{0}$ 보손이라는 단서가 이를 확정한다.

다시 나오면 이렇게 판단

매개 입자와 대표 현상을 함께 대응시킨다. $W^{\pm}\cdot Z^{0}$ 보손 또는 베타 붕괴가 제시되면 약한 상호작용으로 판단한다.

NoteBase

암기 포인트

W·Z와 베타 붕괴는 약한 상호작용이다.

NoteBase

문 12. 직선상에서 움직이는 물체의 속도가 시간이 0초일 때 10 m/s이며, 5 m/s²의 등가속도 운동을 한다. 5초일 때 물체의 속도[m/s]는?

① 25 ② 35
③ 45 ④ 50

정답 2번

출제 포인트

등가속도 직선 운동의 속도 공식으로 일정 시간이 지난 뒤의 속도를 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 처음 속도 $v_0 = 10m/s$, 가속도 $a = 5m/s^2$, 시간 $t = 5s$이다.
구해야 할 값: 5초일 때의 속도 v이다.
주의할 조건: 가속도가 일정한 등가속도 운동이며, 속도의 증가량에 처음 속도를 더해야 한다.

사용할 공식

$v = v_0 + at$
가속도가 일정한 직선 운동에서 속도 변화량은 at이므로 이 공식을 사용한다.

계산 과정

1. 5초 동안의 속도 증가량은 $at = (5m/s^2)(5s) = 25m/s$이다.
2. 처음 속도를 더하면 $v = 10m/s + 25m/s = 35m/s$이다.
3. 따라서 5초일 때 물체의 속도는 $35m/s$이다.

선지 판단

① X — $25m/s$는 at로 구한 속도 증가량일 뿐이다. 처음 속도 $10m/s$를 더해야 하므로 올바른 속도는 $35m/s$이다.
② O — $v = 10m/s + (5m/s^2)(5s) = 35m/s$이므로 계산 결과와 일치한다.
③ X — 주어진 가속도와 시간에 따른 속도 증가량은 $25m/s$이므로 $45m/s$가 될 근거가 없다. 올바르게는 처음 속도와 속도 증가량을 더한 $35m/s$이다.
④ X — 10과 5를 곱한 50은 처음 속도와 시간을 곱한 값으로, 속도가 아니라 거리 차원의 값이다. 가속 운동의 5초 후 속도는 $v = v_0 + at$로 계산한 $35m/s$이다.

오답 포인트

①의 25는 최종 속도가 아니라 속도 증가량이다. 또한 ④의 50처럼 처음 속도와 시간을 곱하면 속도가 아니라 거리 차원의 값이 되므로, 구하는 물리량과 단위를 함께 확인해야 한다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

등가속도 운동에서 특정 시각의 속도를 묻는 경우 처음 속도, 가속도, 시간을 확인한 뒤 $v = v_0 + at$에 대입하고 최종 단위가 m/s인지 검산한다.

암기 포인트

최종 속도 = 처음 속도 + 속도 증가량, 즉 $v = v_0 + at$이다.

문 13. 그림과 같이 검전기를 (−)로 대전시킨 후, 금속판의 문턱진동수보다 낮은 진동수의 빛을 금속판에 비추어 주었다. 이때 일어나는 현상으로 옳은 것은?



① 금속박이 오므라든다.
② 금속박이 더 벌어진다.
③ 금속박이 오므라들다 벌어진다.
④ 금속박이 변하지 않는다.

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 음(-)으로 대전된 검전기에 비춘 빛의 진동수가 금속판의 문턱진동수보다 낮을 때 광전 효과가 일어나는지를 판단하는 문제이다. 빛의 진동수가 문턱진동수보다 낮으면 광전자가 방출되지 않는다.

선지별 해설

① X
- '금속박이 오므라든다'는 틀린 표현이다. 진동수가 문턱진동수보다 낮아 금속판에서 전자가 방출되지 않으므로 금속박의 벌어진 정도는 변하지 않는다.

② X
- '금속박이 더 벌어진다'는 틀린 표현이다. 광전자가 방출되지 않아 검전기의 전하량과 금속박 사이의 전기적 반발력이 달라지지 않으므로, 올바르게는 금속박이 변하지 않는다.

③ X
- '금속박이 오므라들다 벌어진다'는 틀린 표현이다. 문턱진동수 미만의 빛은 아무리 비추어도 광전자를 방출시키지 못하므로 금속박은 처음부터 끝까지 같은 상태를 유지한다.

④ O
- 빛의 진동수가 문턱진동수보다 낮아 광전 효과가 일어나지 않는다. 따라서 음전하로 대전된 검전기의 전하 상태가 그대로 유지되어 금속박이 변하지 않는다.

NoteBase

오답 포인트

빛을 비추었다는 사실만 보고 전자가 방출되어 금속박이 오므라든다고 판단하기 쉽다. 그러나 광전 효과의 발생 여부는 빛의 세기나 조사 시간보다 먼저 진동수가 문턱진동수 이상인지로 판단한다. 이 문항의 핵심 함정은 '문턱진동수보다 낮은 진동수'라는 조건이다.

다시 나오면 이렇게 판단

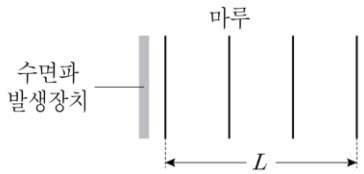
먼저 입사광의 진동수와 금속의 문턱진동수를 비교한다. 입사광의 진동수가 문턱진동수보다 낮으면 광전자가 방출되지 않으므로 검전기의 금속박 상태도 변하지 않는다.

암기 포인트

문턱진동수 미만이면 광전 효과가 없고, 음전하 검전기의 금속박도 그대로이다.

NoteBase

문 14. 그림은 수면파 발생장치에서 발생한, 진동수가 f이고 속력이 일정한 수면파의 어느 순간의 모습을 표현한 것이다. 실선은 수면파의 이웃한 마루를 나타낸 것이고, 처음과 마지막 마루 사이의 거리가 L일 때, 이 수면파의 속력은?



① $3fL$ ② $2fL$
③ $\frac{fL}{3}$ ④ $\frac{2fL}{3}$

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 연속한 마루 사이의 간격이 한 파장이라는 점과 파동의 속력 공식을 이용해 수면파의 속력을 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 진동수는 f이고, 첫 번째 마루와 마지막 마루 사이의 거리는 L이다.
구해야 할 값: 수면파의 속력 v이다.
주의할 조건: 그림에는 마루가 4개 있으므로 첫 번째 마루에서 마지막 마루까지의 거리에는 마루 사이 간격, 즉 파장이 3개 들어 있다.

사용할 공식

파동의 속력은
$v = f\lambda$
이다. 여기서 λ는 파장이다. 진동수 f인 파동이 한 주기 동안 한 파장만큼 진행하므로 이 공식을 사용한다.

계산 과정

1. 이웃한 마루 사이의 거리는 한 파장 λ이다.
2. 마루 4개 사이에는 간격이 3개이므로 $L = 3\lambda$이다. 따라서 $\lambda = \frac{L}{3}$이다.
3. 속력 공식에 대입하면
$v = f\lambda = f\left(\frac{L}{3}\right) = \frac{fL}{3}$
이다.

NoteBase

선지 판단

① X — $3fL$은 파장을 $3L$로 잘못 본 값이다. 올바르게는 $\lambda = \frac{L}{3}$이므로 속력은 $\frac{fL}{3}$이다.
② X — $2fL$은 그림의 마루 간격 수를 반영하지 않은 값이다. 올바르게는 4개의 마루 사이에 3개의 파장이 있으므로 속력은 $\frac{fL}{3}$이다.
③ O — $L = 3\lambda$에서 $\lambda = \frac{L}{3}$이고, $v = f\lambda$이므로 $v = \frac{fL}{3}$이다.
④ X — $\frac{2fL}{3}$은 거리 L에 포함된 파장 수를 잘못 센 값이다. 올바르게는 파장이 3개 들어 있으므로 속력은 $\frac{fL}{3}$이다.

오답 포인트

마루가 4개라고 해서 거리 L에 파장 4개가 들어 있는 것이 아니다. 두 마루 사이의 간격을 세어야 하므로 파장은 3개이며, 핵심 관계는 $L = 3\lambda$이다.

다시 나오면 이렇게 판단

파동 그림에서는 먼저 같은 위상의 이웃한 지점 사이를 한 파장으로 잡고, 표시된 구간에 포함된 간격의 개수를 센다. 그다음 $v = f\lambda$에 대입해 판단한다.

암기 포인트

마루 n개의 첫 마루부터 마지막 마루까지의 거리는 $(n-1)\lambda$이고, 파동의 속력은 $v = f\lambda$이다.

NoteBase

문 15. 다음은 원자핵의 변환에서 방사선 방출을 나타낸 것이다. 이에 대한 설명으로 옳은 것만을 모두 고르면?

$$^{24}_{11}\mathrm{Na} \rightarrow {}^{24}_{12}\mathrm{Mg} + (\mathrm{A})$$
$$^{226}_{88}\mathrm{Ra} \rightarrow {}^{222}_{86}\mathrm{Rn} + (\mathrm{B})$$

ㄱ. A는 전기장의 방향으로 힘을 받는다.
ㄴ. A는 렙톤에 속한다.
ㄷ. B는 헬륨 원자핵이다.

① ㄴ ② ㄱ, ㄴ
③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ

정답 4번

출제 포인트

핵반응에서 질량수와 원자번호가 각각 보존된다는 원리로 방출 입자를 판별하고, 베타 입자와 알파 입자의 성질을 구분하는 문제이다.

핵심 개념

핵반응식에서는 반응 전후의 질량수 합과 원자번호 합이 각각 같다.
첫째 반응에서 A의 질량수는 0, 원자번호는 -1이므로 A는 베타 마이너스 입자인 전자 $^{0}_{-1}e$이다. 전자는 음전하를 띠는 렙톤이다. 전기장에서 받는 힘은 $\vec{F} = q\vec{E}$이므로, 전자의 힘 방향은 전기장의 방향과 반대이다.
둘째 반응에서 B의 질량수는 4, 원자번호는 2이므로 B는 알파 입자인 헬륨-4 원자핵 $^{4}_{2}\mathrm{He}$이다. 따라서 ㄱ은 틀리고 ㄴ과 ㄷ은 옳다.

선지별 해설

① X — ㄴ은 옳지만 ㄷ도 옳으므로 ㄴ만 고른 것은 불완전하다. 틀린 부분은 ㄷ을 제외한 것이며, 올바르게는 'ㄴ, ㄷ'이다.
② X — A는 음전하를 띠므로 전기장의 방향과 반대 방향으로 힘을 받는다. 따라서 ㄱ을 포함하고 ㄷ을 제외한 것이 틀렸으며, 올바르게는 'ㄴ, ㄷ'이다.
③ X — ㄷ은 옳지만 ㄱ은 틀리고 ㄴ은 옳다. 틀린 부분은 'ㄱ, ㄷ'이며, 올바르게는 'ㄴ, ㄷ'이다.
④ O — A는 렙톤에 속하는 전자이므로 ㄴ이 옳고, B는 헬륨 원자핵인 알파 입자이므로 ㄷ이 옳다.

오답 포인트

전기장의 방향은 양전하가 힘을 받는 방향이다. A가 전자라는 사실만 확인하고 힘의 방향에서 전하의 부호를 반영하지 않으면 ㄱ을 옳다고 판단하기 쉽다. 또한 알파 입자는 헬륨 원자 전체가 아니라 양성자 2개와 중성자 2개로 이루어진 헬륨 원자핵이다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

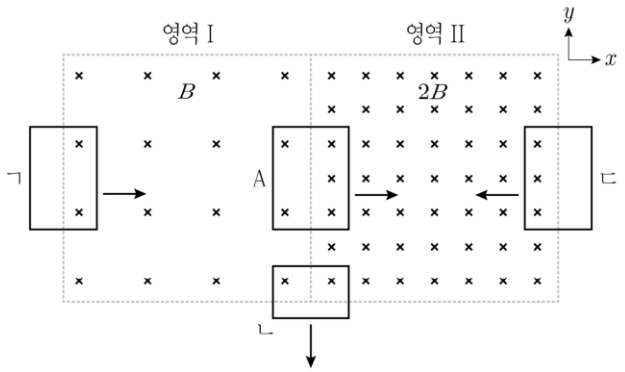
핵반응식의 빈 입자는 먼저 질량수 보존과 원자번호 보존으로 찾는다. $(0, -1)$이면 베타 마이너스 입자인 전자, $(4, 2)$이면 알파 입자인 헬륨 원자핵으로 판단한다. 전기장 속 힘의 방향은 전하가 양수이면 전기장과 같고 음수이면 반대이다.

암기 포인트

베타 마이너스는 전자·렙톤·음전하, 알파는 헬륨 원자핵이다.

NoteBase

문 16. 그림은 자기장 영역 Ⅰ, Ⅱ가 있는 xy평면에서 금속 고리 A와 ㄱ, ㄴ, ㄷ이 운동하고 있는 어느 순간의 모습을 나타낸 것이다. A와 ㄱ은 $+x$방향으로, ㄴ은 $-y$방향으로, ㄷ은 $-x$방향으로 각각 등속 직선 운동을 한다. 영역 Ⅰ, Ⅱ에서 자기장은 세기가 각각 B, $2B$로 균일하며 xy평면에 수직으로 들어가는 방향이다. 이 순간 ㄱ ~ ㄷ에 흐르는 유도전류의 방향이 A에 흐르는 유도전류의 방향과 같은 것만을 모두 고르면? (단, 금속 고리는 회전하지 않는다)



① ㄱ
② ㄱ, ㄷ
③ ㄴ, ㄷ
④ ㄱ, ㄴ, ㄷ

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 고리가 자기장 영역의 경계를 통과할 때 고리를 지나는 자기 선속의 변화를 판단하고, 렌츠 법칙으로 유도 전류의 방향을 비교하는 문제이다. 종이 안쪽 방향의 자기 선속이 증가하면 이를 방해하도록 종이 바깥쪽 자기장을 만드는 반시계 방향 전류가 흐른다.

NoteBase

선지별 해설

먼저 A는 $+x$ 방향으로 움직이므로 영역 I에 포함된 면적은 줄고 영역 II에 포함된 면적은 늘어난다. 영역 II의 자기장 세기가 $2B$로 더 크므로 고리를 통과하는 종이 안쪽 방향의 자기 선속은 증가한다. 따라서 A에는 반시계 방향의 유도 전류가 흐른다.

① X — ㄱ만 A와 같다고 한 부분이 틀렸다. ㄱ은 자기장 영역 I 안으로 들어가므로 종이 안쪽 방향의 자기 선속이 증가하여 반시계 방향 전류가 흐르지만, ㄷ도 영역 II 안으로 들어가므로 같은 반시계 방향 전류가 흐른다. 올바르게는 ㄱ, ㄷ이다.

② O — ㄱ은 영역 I로 들어가고 ㄷ은 영역 II로 들어가므로 두 고리 모두 종이 안쪽 방향의 자기 선속이 증가한다. 두 고리에는 A와 같은 반시계 방향의 유도 전류가 흐른다.

③ X — ㄴ, ㄷ이라고 한 부분이 틀렸다. ㄴ은 영역 II에서 빠져나가 종이 안쪽 방향의 자기 선속이 감소하므로 시계 방향 전류가 흘러 A와 반대이다. 반면 ㄱ과 ㄷ은 각각 자기장 영역 안으로 들어가므로 A와 같은 방향이다. 올바르게는 ㄱ, ㄷ이다.

④ X — ㄴ까지 포함한 부분이 틀렸다. ㄴ에는 A와 반대인 시계 방향 전류가 흐른다. 올바르게는 ㄱ, ㄷ만 A와 같은 방향이다.

오답 포인트

ㄷ의 운동을 자기장 영역에서 빠져나가는 것으로 잘못 보기 쉽다. ㄷ은 오른쪽의 자기장이 없는 곳에서 왼쪽의 영역 II 안으로 들어가므로 종이 안쪽 방향의 자기 선속이 증가한다. 반대로 ㄴ만 영역 II에서 아래쪽으로 빠져나가므로 자기 선속이 감소한다.

다시 나오면 이렇게 판단

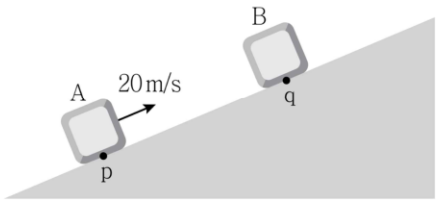
먼저 고리가 자기장 영역 안으로 들어가는지 밖으로 나가는지를 운동 방향과 경계 위치로 판단한다. 그다음 종이 안쪽 자기 선속이 증가하면 반시계 방향, 감소하면 시계 방향의 유도 전류가 흐른다고 판단한다. 서로 다른 세기의 자기장 경계를 지날 때에는 각 영역에 포함된 면적 변화와 자기장 세기를 함께 비교한다.

암기 포인트

종이 안쪽 선속 증가 → 반시계 방향, 종이 안쪽 선속 감소 → 시계 방향이다. 이 그림에서는 ㄱ·ㄷ은 진입, ㄴ은 이탈이다.

NoteBase

문 17. 그림은 빗면을 따라 운동하는 물체 A가 점 p를 속력 20 m/s로 통과하는 순간, q점에서 물체 B를 가만히 놓는 것을 나타낸 것이며, A가 최고점에 도달하는 순간 B와 충돌한다. B를 놓는 순간부터 A, B가 충돌할 때까지 B의 평균속력[m/s]은? (단, A, B의 크기와 모든 마찰은 무시하며, A, B는 동일 직선상에서 운동한다)



① 5 ② 10
③ 15 ④ 20

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 빗면에서 두 물체가 같은 크기의 등가속도 운동을 한다는 점과, 등가속도 운동의 평균속력 공식을 이용해 B의 평균속력을 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: A의 처음 속력은 $20m/s$, B의 처음 속력은 $0m/s$이다.
구해야 할 값: B를 놓은 순간부터 충돌할 때까지 B의 평균속력이다.
주의할 조건: 마찰이 없으므로 A와 B가 빗면 아래쪽으로 받는 가속도의 크기는 모두 $a = g\sin\theta$이다. 충돌 순간 A는 최고점에 도달하므로 그 순간 A의 속력은 0이다.

사용할 공식

빗면 아래쪽 가속도의 크기를 a, B를 놓은 때부터 충돌할 때까지의 시간을 t라고 하면
$v_A = 20 - at$
$v_B = at$
이다. 등가속도 운동을 하며 운동 방향이 바뀌지 않는 B의 평균속력은
$\bar{v}_B = \frac{v_{B,0} + v_B}{2}$
이다. A와 B는 같은 빗면에서 마찰 없이 운동하므로 가속도의 크기가 같고, B는 빗면 아래쪽 한 방향으로만 움직이므로 이 공식을 사용할 수 있다.

NoteBase

계산 과정

1. A가 최고점에 도달할 때 $v_A = 0$이므로 $0 = 20 - at$에서 $at = 20m/s$이다.
2. 같은 시간 동안 정지 상태에서 출발한 B의 충돌 직전 속력은 $v_B = at = 20m/s$이다.
3. 따라서 B의 평균속력은
$\bar{v}_B = \frac{0 + 20}{2} = 10m/s$
이다.

선지 판단

① X — $5m/s$는 계산 결과와 다르다. 올바른 평균속력은 $10m/s$이다.
② O — B의 처음 속력 0과 충돌 직전 속력 $20m/s$의 평균이므로 $10m/s$이다.
③ X — $15m/s$는 계산 결과와 다르다. 올바른 평균속력은 $10m/s$이다.
④ X — $20m/s$는 B의 충돌 직전 속력이지 평균속력이 아니다. 올바른 평균속력은 $10m/s$이다.

오답 포인트

A가 최고점에 도달한다는 조건으로 먼저 $at = 20m/s$를 구해야 한다. 이 값을 그대로 평균속력으로 선택하면 ④가 되지만, 그것은 B의 충돌 직전 속력이다. B는 정지 상태에서 출발하므로 평균속력은 처음 속력과 나중 속력의 산술평균인 $10m/s$이다.

다시 나오면 이렇게 판단

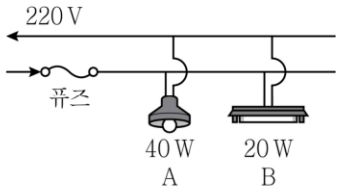
같은 빗면에서 마찰 없이 움직이는 물체들은 빗면 방향 가속도가 같다. 한 물체의 최고점 조건 $v = 0$으로 at를 구한 뒤, 다른 물체의 최종 속력과 평균속력을 차례로 구한다.

암기 포인트

정지 상태에서 한 방향으로 등가속도 운동을 하면 평균속력은 최종 속력의 절반이다.

NoteBase

문 18. 그림은 소비전력이 각각 40 W인 전구 A와 20 W인 형광등 B를 220 V인 전원에 연결하여 동시에 사용하는 모습을 나타낸 것이다. 이에 대한 설명으로 옳은 것만을 모두 고르면?



ㄱ. A와 B에 흐르는 전류의 세기는 같다.
ㄴ. A와 B의 저항의 크기의 비는 1 : 2이다.
ㄷ. A와 B를 동시에 5시간 동안 사용하면 전체 소비 전력량은 300 Wh이다.

① ㄱ, ㄴ ② ㄱ, ㄷ
③ ㄴ, ㄷ ④ ㄱ, ㄴ, ㄷ

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 같은 전압에 병렬로 연결된 전기 기구의 소비전력을 이용하여 전류, 저항, 소비 전력량을 판단하는 문제이다.

조건 정리

전구 A의 소비전력은 $40W$, 형광등 B의 소비전력은 $20W$이다. 두 기구는 $220V$ 전원에 병렬로 연결되어 있으므로 각각에 걸리는 전압은 모두 $220V$이다. 동시에 사용하는 시간은 $5h$이다.

사용할 공식

전력 관계식은 $P = VI = V^2/R$이고, 소비 전력량은 $E = Pt$이다. 두 기구에 걸리는 전압이 같으므로 전류는 소비전력에 비례하고, 저항은 소비전력에 반비례한다.

계산 과정

1. 전류는 $I = P/V$이므로 $I_A : I_B = 40 : 20 = 2 : 1$이다. 따라서 두 전류의 세기는 같지 않다.
2. 저항은 $R = V^2/P$이므로 $R_A : R_B = (220^2/40) : (220^2/20) = 1 : 2$이다.
3. 두 기구의 전체 소비전력은 $40W + 20W = 60W$이다. 따라서 5시간 동안의 전체 소비 전력량은 $E = 60W \times 5h = 300Wh$이다.

그러므로 ㄱ은 틀리고, ㄴ과 ㄷ은 옳다.

NoteBase

선지 판단

① X — ‘ㄱ, ㄴ’에는 전류가 같다는 틀린 ㄱ이 포함되고, 옳은 ㄷ이 빠져 있다. 올바르게는 ‘ㄴ, ㄷ’이다.
② X — ‘ㄱ, ㄷ’에는 틀린 ㄱ이 포함되고, 저항비가 1 : 2라는 옳은 ㄴ이 빠져 있다. 올바르게는 ‘ㄴ, ㄷ’이다.
③ O — ㄴ의 저항비 1 : 2와 ㄷ의 소비 전력량 300Wh가 모두 계산 결과와 일치한다.
④ X — ‘ㄱ, ㄴ, ㄷ’에는 틀린 ㄱ이 포함되어 있다. 올바르게는 ‘ㄴ, ㄷ’이다.

오답 포인트

병렬 연결이라는 이유만으로 전류도 같다고 판단하기 쉽다. 병렬 연결에서 같은 것은 각 기구에 걸리는 전압이며, 전류는 $I = P/V$에 따라 소비전력이 큰 A가 B의 2배이다. 또한 저항은 전력에 비례하는 것이 아니라 같은 전압에서 $R = V^2/P$이므로 전력에 반비례한다.

다시 나오면 이렇게 판단

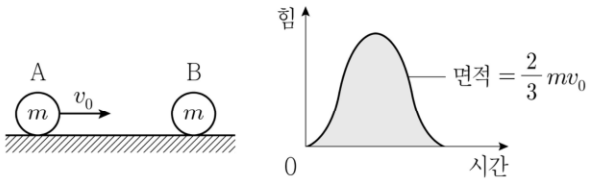
병렬 연결에서는 먼저 각 기구의 전압이 같은지 확인한 뒤, $I = P/V$, $R = V^2/P$, $E = Pt$를 차례로 적용한다. 전체 소비 전력량은 각 기구의 소비전력을 합한 후 사용 시간을 곱해 구한다.

암기 포인트

같은 전압에서는 전류는 전력에 비례하고 저항은 전력에 반비례한다. 전력량은 ‘전체 전력 × 사용 시간’이다.

NoteBase

문 19. 그림 (가)는 마찰이 없는 수평면 위에서 물체 A가 정지해 있는 물체 B를 향해 일정한 속도 v_0으로 운동하는 것을 나타낸 것이다. A, B는 질량이 각각 m이고, 충돌 후 일직선상에서 각각 등속 운동한다. 그림 (나)는 충돌하는 동안 A가 B로부터 받는 힘의 크기를 시간에 따라 나타낸 것이며, 시간 축과 곡선이 만드는 면적은 $\frac{2}{3}mv_0$이다. 이에 대한 설명으로 옳은 것만을 모두 고르면? (단, 물체의 크기는 무시한다)



(가) (나)

ㄱ. 충돌 후 A의 속도는 $-\frac{1}{3}v_0$이다.

ㄴ. 충돌 후 B의 속도는 $\frac{2}{3}v_0$이다.

ㄷ. 충돌하는 동안 A가 B로부터 받은 충격량의 크기는 B가 A로부터 받은 충격량의 크기보다 크다.

① ㄱ ② ㄴ

③ ㄱ, ㄴ ④ ㄱ, ㄴ, ㄷ

정답 2번

출제 포인트

힘-시간 그래프의 면적으로 충격량을 구하고, 충격량-운동량 정리와 작용·반작용으로 충돌 후 두 물체의 속도를 판단하는 문제이다.

조건 정리

A와 B의 질량은 각각 m이고, 충돌 전 속도는 $v_A = v_0$, $v_B = 0$이다. 그래프의 면적은 A가 B로부터 받은 충격량의 크기 $\frac{2}{3}mv_0$이다. 충돌 중 A가 받는 힘은 처음 운동 방향의 반대쪽이므로 A의 충격량은 음의 방향이다.

NoteBase

사용할 공식

충격량-운동량 정리는 $\vec{I} = \Delta\vec{p} = m\vec{v}_f - m\vec{v}_i$이다. 또한 충돌 중 A와 B가 서로 주고받는 힘은 작용·반작용 관계이므로 두 충격량의 크기는 같고 방향은 반대이다.

계산 과정

A의 처음 운동 방향을 양의 방향으로 잡는다. A가 받은 충격량은 $I_A = -\frac{2}{3}mv_0$이므로 $mv_A' - mv_0 = -\frac{2}{3}mv_0$이다. 따라서 $v_A' = \frac{1}{3}v_0$이다. B가 받은 충격량은 반대 방향으로 $I_B = +\frac{2}{3}mv_0$이므로 $mv_B' - 0 = \frac{2}{3}mv_0$에서 $v_B' = \frac{2}{3}v_0$이다. 따라서 ㄱ은 거짓, ㄴ은 참이다. 두 물체가 받은 충격량의 크기는 서로 같으므로 ㄷ도 거짓이다.

선지 판단

① X — ㄱ은 A의 충돌 후 속도를 $-\frac{1}{3}v_0$라고 했으나, 올바르게는 $\frac{1}{3}v_0$이다. 따라서 ㄱ만 옳다는 조합이 아니라 ㄴ만 옳다.
② O — ㄴ의 $v_B' = \frac{2}{3}v_0$가 계산 결과와 일치하고, ㄱ과 ㄷ은 모두 거짓이므로 ㄴ만 고른 조합이 옳다.
③ X — ㄴ은 옳지만 ㄱ이 포함되어 틀리다. ㄱ의 올바른 표현은 '충돌 후 A의 속도는 $\frac{1}{3}v_0$이다'이며, 올바른 조합은 ㄴ만이다.
④ X — ㄱ과 ㄷ이 포함되어 틀리다. ㄱ의 올바른 속도는 $\frac{1}{3}v_0$이고, ㄷ은 'A와 B가 서로에게서 받은 충격량의 크기는 같다'로 고쳐야 한다. 따라서 올바른 조합은 ㄴ만이다.

오답 포인트

그래프가 제시한 것은 힘과 충격량의 크기이다. 이를 그대로 양의 충격량으로 쓰거나, A가 감속한다는 이유만으로 속도 자체를 음수로 두면 ㄱ을 잘못 판단한다. 또한 작용·반작용 힘은 매 순간 크기가 같고 작용 시간도 같으므로 두 물체가 받은 충격량의 크기도 같다.

다시 나오면 이렇게 판단

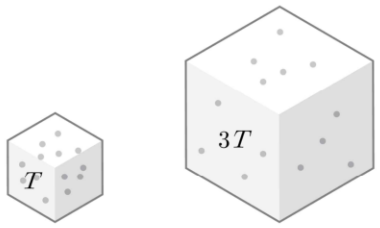
먼저 양의 방향을 정한 뒤 그래프 면적으로 충격량의 크기를 구하고, 실제 힘의 방향에 따라 부호를 붙인다. 그다음 각 물체에 $\vec{I} = \Delta\vec{p}$를 적용하고, 상호작용하는 두 물체의 충격량은 크기가 같고 방향이 반대임을 확인한다.

암기 포인트

힘-시간 그래프의 면적은 충격량이며, 충격량은 운동량의 변화량이다. 작용·반작용 충격량은 크기가 같고 방향이 반대이다.

NoteBase

문 20. 그림 (가)는 압력 P, 부피 V, 절대 온도 T인 일정량의 이상기체가 상자 안에 들어 있는 것을 나타낸 것이다. 기체의 압력을 일정하게 유지하면서 기체에 $5PV$의 열을 가하였더니 그림 (나)와 같이 부피가 증가하였고 온도는 $3T$가 되었다. 이 과정에서 기체의 내부에너지 변화량은? (단, 상자 안의 기체 분자 수는 일정하다)



(가) (나)

① PV ② $2PV$

③ $3PV$ ④ $4PV$

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 이상 기체 상태 방정식으로 정압 과정의 부피 변화를 구한 뒤, 열역학 제1법칙을 이용해 내부 에너지 변화량을 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 처음 상태는 압력 P, 부피 V, 절대 온도 T이고, 기체에 공급한 열량은 $Q = 5PV$이다.
구해야 할 값: 내부 에너지 변화량 ΔU이다.
주의할 조건: 기체 분자 수와 압력이 일정하며, 최종 절대 온도는 $3T$이다.

사용할 공식

이상 기체 상태 방정식은 $PV = nRT$이다. 기체 분자 수와 압력이 일정하므로 V/T가 일정하다.
기체가 한 일은 $W = P\Delta V$이고, 열역학 제1법칙은 $Q = \Delta U + W$, 즉 $\Delta U = Q - W$이다.
정압 팽창 과정이므로 기체가 한 일을 $P\Delta V$로 계산하고, 공급된 열에서 그 일을 빼면 내부 에너지 증가량이 된다.

NoteBase

계산 과정

1. 압력과 기체 분자 수가 일정하므로 부피는 절대 온도에 비례한다. 따라서 최종 부피는 $V_f = 3V$이다.
2. 부피 변화는 $\Delta V = V_f - V = 3V - V = 2V$이므로 기체가 한 일은 $W = P\Delta V = 2PV$이다.
3. 열역학 제1법칙에 따라
$\Delta U = Q - W = 5PV - 2PV = 3PV$
이다.

선지 판단

① X — PV는 계산 결과 $3PV$와 다르다. 틀린 값이며, 올바른 내부 에너지 변화량은 $3PV$이다.
② X — $2PV$는 정압 팽창 중 기체가 외부에 한 일 $W = P\Delta V$이지 내부 에너지 변화량이 아니다. 올바른 내부 에너지 변화량은 $3PV$이다.
③ O — 공급된 열량 $5PV$에서 기체가 한 일 $2PV$를 빼면 $\Delta U = 3PV$가 된다.
④ X — $4PV$는 계산 결과와 다르다. 틀린 값이며, 올바른 내부 에너지 변화량은 $3PV$이다.
계산 결과 $3PV$이므로 정답은 3번이다.

오답 포인트

공급된 열량 $5PV$가 모두 내부 에너지로 바뀐다고 보면 안 된다. 기체가 팽창하면서 외부에 $2PV$의 일을 하므로, 내부 에너지 증가는 공급 열량에서 팽창 일을 뺀 $3PV$이다. 특히 ②의 $2PV$는 내부 에너지 변화량이 아니라 기체가 한 일이다.

다시 나오면 이렇게 판단

정압 과정에서는 먼저 V/T=일정으로 최종 부피를 구하고, $W = P\Delta V$로 기체가 한 일을 계산한 다음, $\Delta U = Q - W$를 적용한다.

암기 포인트

정압 팽창에서는 $Q = \Delta U + P\Delta V$이다. 공급된 열은 내부 에너지 증가와 기체의 팽창 일로 나뉜다.

NoteBase