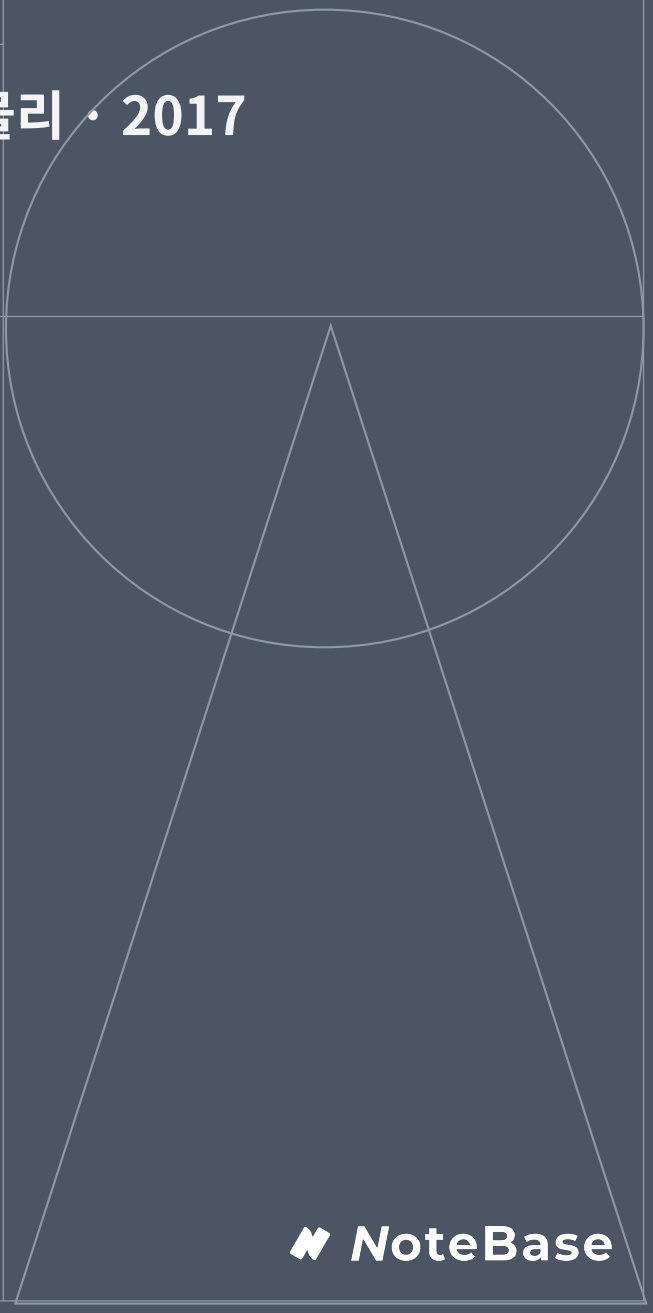
기출OX 해설집

공무원/지방직/9급 경력 · 물리 · 2017



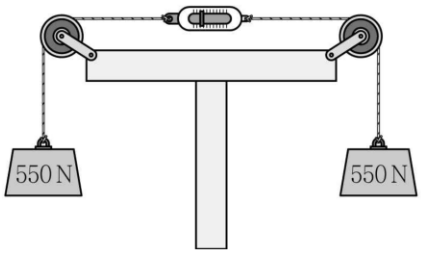
NoteBase

기출OX 해설집

공무원/지방직/9급 경력 · 물리 · 2017

공무원/지방직/9급 경력 · 물리 · 2017

문 1. 무게가 550 N인 두 개의 동일한 물체가 그림과 같이 도르래를 통해 용수철 저울에 줄로 연결되어 평형을 이루고 있다. 용수철 저울의 눈금[N]은?



① 0 ② 275
③ 550 ④ 1,100

정답 3번

출제 포인트

평형 상태에서 줄의 장력을 구하고, 용수철저울은 서로 반대 방향으로 작용하는 두 힘의 합이 아니라 줄의 장력을 표시한다는 점을 확인하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 양쪽 물체의 무게는 각각 $550N$이다.
구해야 할 값: 줄과 직렬로 연결된 용수철저울의 눈금이다.
주의할 조건: 두 물체가 평형을 이루므로 각 물체에 작용하는 알짜힘은 0이며, 이상적인 줄과 도르래에서는 줄의 장력이 모든 지점에서 같다.

사용할 공식

평형 조건은
$\sum F = 0$
이다. 한쪽 물체에 대해 위쪽 장력을 T, 아래쪽 무게를 W라 하면
$T - W = 0$
이 공식을 쓰는 이유는 물체가 정지하여 평형을 이루므로 위쪽의 줄 장력과 아래쪽의 무게가 같아야 하기 때문이다.

NoteBase

계산 과정

1. 한쪽 $550N$ 물체에 평형 조건을 적용한다.

$T - 550N = 0$

2. 따라서 줄의 장력은 다음과 같다.

$T = 550N$

3. 용수철저울은 줄의 장력 T를 표시하므로 눈금은 $550N$이다. 양쪽에서 각각 $550N$의 힘이 반대 방향으로 작용해 저울 자체의 알짜힘은 0이지만, 눈금이 0이 되는 것은 아니다.

선지 판단

① X — $0N$은 용수철저울에 작용하는 알짜힘과 장력을 혼동한 값이다. 서로 반대인 두 힘이 저울을 평형 상태로 만들더라도 저울 내부에는 $550N$의 장력이 작용하므로 올바른 값은 $550N$이다.

② X — $275N$은 한 물체의 무게 $550N$을 양쪽 줄이 절반씩 지탱한다고 잘못 본 값이다. 각 물체는 줄 한 가닥에 매달려 있으므로 장력은 $550N$이다.

③ O — 한쪽 물체의 평형 조건에서 $T = 550N$이고, 용수철저울은 이 장력을 표시하므로 눈금은 $550N$이다.

④ X — $1{,}100N$은 양쪽에서 당기는 힘 $550N$을 단순히 더한 값이다. 용수철저울은 양쪽 힘의 합이 아니라 줄의 장력을 표시하므로 올바른 값은 $550N$이다.

오답 포인트

핵심 함정은 '양쪽 힘이 상쇄되므로 0'이라고 판단하거나 '양쪽 힘을 더하므로 $1{,}100N$'이라고 판단하는 것이다. 힘의 합이 0이라는 말은 저울이 가속하지 않는다는 뜻이고, 저울의 눈금은 줄 내부의 장력 $550N$을 나타낸다.

다시 나오면 이렇게 판단

평형인 물체 하나만 분리하여 $\sum F = 0$을 적용해 줄의 장력을 먼저 구한 뒤, 직렬로 연결된 용수철저울의 눈금을 그 장력과 같게 판단한다.

암기 포인트

용수철저울의 눈금은 양쪽 힘의 합이나 알짜힘이 아니라 줄의 장력이다.

NoteBase

문 2. 전자기파는 진공에서의 파장에 따라 다양한 이름으로 불린다. 다음 중 전자기파가 아닌 것은?

① 알파선
② 형광등 불빛
③ 병원에서 엑스레이 사진을 찍을 때 사용하는 X-선
④ 자외선

정답 1번

출제 포인트

전자기파와 물질을 이루는 입자의 차이를 구별하는 문제이다.

핵심 개념

전자기파는 전기장과 자기장의 진동이 공간을 통해 전파되는 파동이며, 진공에서도 진행할 수 있다.
빛·X선·자외선은 전자기파이다.
알파선은 헬륨 원자핵이 빠르게 움직이는 입자선이므로 전자기파가 아니다.

선지별 해설

① O — 알파선은 양성자 2개와 중성자 2개로 이루어진 헬륨 원자핵의 흐름인 입자선이다. 따라서 전자기파가 아니므로 정답이다.
② X — '형광등 불빛은 전자기파가 아니다'라는 판단이 틀리다. 형광등 불빛은 가시광선에 해당하는 전자기파이다.
③ X — '엑스레이 촬영에 사용하는 X선은 전자기파가 아니다'라는 판단이 틀리다. X선은 파장이 짧고 에너지가 큰 전자기파이다.
④ X — '자외선은 전자기파가 아니다'라는 판단이 틀리다. 자외선은 가시광선보다 파장이 짧은 전자기파이다.

오답 포인트

알파선의 이름에 '선'이 들어가므로 빛과 같은 전자기파로 착각하기 쉽다. 그러나 알파선은 헬륨 원자핵으로 이루어진 입자선이고, 형광등 불빛·X선·자외선은 모두 전자기파이다.

다시 나오면 이렇게 판단

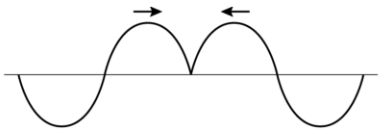
대상이 전기장과 자기장의 진동인지, 질량을 가진 입자의 흐름인지 구분한다. 가시광선·X선·자외선은 전자기파이고, 알파선은 헬륨 원자핵의 흐름이다.

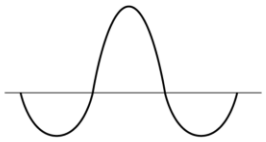
암기 포인트

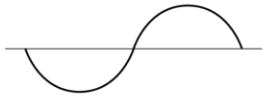
빛·X선·자외선은 전자기파, 알파선은 헬륨 원자핵 입자이다.

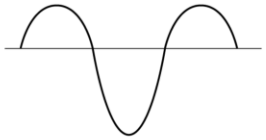
NoteBase

문 3. 다음 그림은 똑같은 두 파동이 속력이 같고 서로 반대 방향으로 진행하다가 중첩되기 시작한 것을 나타낸다. 이때부터 파동의 $\frac{1}{4}$주기가 지났을 때 중첩된 파동의 모양으로 옳은 것은?



① 

② 

③ 

④ 

정답 1번

출제 포인트

같은 속력으로 반대 방향으로 진행하는 두 파동을 $T/4$ 뒤 각각 진행 방향으로 $\lambda/4$만큼 옮긴 다음, 같은 위치의 변위를 대수적으로 더하는 중첩 원리를 묻는 문제이다.

선지별 해설

① O — 왼쪽 파동은 오른쪽으로, 오른쪽 파동은 왼쪽으로 각각 $\lambda/4$만큼 이동한다. 중앙에서는 두 파동의 위쪽 변위가 겹쳐 진폭이 $2A$인 위쪽 마루가 되고, 겹치지 않은 양옆에는 진폭 A인 아래쪽 골이 하나씩 남으므로 그림과 일치한다.

② X — 한쪽의 아래쪽 골과 한쪽의 위쪽 마루만 나타내어, 두 파동이 대칭적으로 이동한 뒤 생기는 오른쪽 골과 중앙의 보강 중첩을 빠뜨렸다. 올바르게는 중앙에 진폭 $2A$의 위쪽 마루가 있고 그 양옆에 아래쪽 골이 하나씩 있어야 한다.

③ X — 중앙을 아래쪽 골로, 양옆을 위쪽 마루로 그려 실제 중첩 결과의 위아래를 반대로 나타냈다. 올바르게는 중앙이 위쪽 마루이고 양옆이 아래쪽 골인 ①의 모양이다.

④ X — 중앙에 아래쪽 반파 하나만 남는 것으로 그렸다. 올바르게는 중앙에서 같은 방향의 위쪽 변위가 보강되어 진폭 $2A$의 마루가 생기고, 양옆에는 겹치지 않은 아래쪽 골이 남는다.

NoteBase

오답 포인트

파동이 서로 반대 방향으로 진행한다고 해서 파형의 위아래가 뒤집히는 것은 아니다. $T/4$ 동안 각 파형 전체를 진행 방향으로 $\lambda/4$만큼 평행 이동해야 하며, 이동 뒤 중앙의 두 위쪽 변위는 상쇄가 아니라 보강된다.

다시 나오면 이렇게 판단

진행파는 T 동안 한 파장 λ만큼 이동하므로 $T/4$ 동안에는 $\lambda/4$만큼 이동한다. 각 파형을 화살표 방향으로 그 거리만큼 옮긴 뒤, 위치별 변위의 부호와 크기를 더하면 중첩 파형을 판단할 수 있다.

암기 포인트

파동 중첩은 '파형 이동 후 위치별 변위의 대수합'이며, 같은 부호는 보강되고 반대 부호는 상쇄된다.

NoteBase

문 4. 다음 글에서 설명하는 기본입자는?

> ○ 렙톤에 속한다.
> ○ 중성자의 베타(β) 붕괴과정에서 발견된다.
> ○ 전하량은 $-e$이다.

① 중성자 ② 전자
③ 양성자 ④ 뮤온

정답 2번

출제 포인트

렙톤에 속하고, 중성자의 베타 붕괴에서 방출되며, 전하량이 $-e$인 입자를 찾는 문제이다.

핵심 개념

전자는 기본입자인 렙톤에 속하며 전하량은 $-e$이다. 중성자의 베타 붕괴는 $n \rightarrow p + e^- + \bar{\nu}_e$로 나타낼 수 있으므로 전자가 방출된다.
중성자와 양성자는 쿼크로 이루어진 중입자이고, 뮤온은 렙톤이지만 일반적인 중성자 베타 붕괴에서 방출되는 입자가 아니다.

선지별 해설

① X — 중성자는 렙톤이 아니라 쿼크 세 개로 이루어진 중입자이며 전하량은 0이다. 틀린 표현인 '중성자'는 '전자'로 고쳐야 세 조건을 모두 만족한다.
② O — 전자는 렙톤에 속하고, 중성자의 베타 붕괴에서 방출되며, 전하량이 $-e$이므로 제시된 설명과 모두 일치한다.
③ X — 양성자는 렙톤이 아니라 쿼크 세 개로 이루어진 중입자이고 전하량은 $+e$이다. 베타 붕괴에서는 생성되지만 '렙톤'과 '전하량 $-e$' 조건에 맞지 않으므로 '양성자'는 '전자'로 고쳐야 한다.
④ X — 음전하를 띤 뮤온은 렙톤이고 전하량도 $-e$이지만, 일반적인 중성자의 베타 붕괴에서 방출되는 입자는 전자이다. 따라서 '뮤온'은 '전자'로 고쳐야 한다.

오답 포인트

뮤온도 전자처럼 렙톤이며 전하량이 $-e$이므로 두 조건만 보면 ④를 고르기 쉽다. 그러나 중성자의 베타 붕괴에서 방출되는 음전하 렙톤은 전자라는 조건이 답을 결정한다.

다시 나오면 이렇게 판단

입자 분류, 전하량, 반응 과정의 세 조건을 차례로 대조한다. 중성자의 베타 붕괴식에서 e^-를 확인하면 전자를 바로 구별할 수 있다.

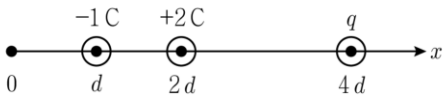
NoteBase

암기 포인트

중성자 베타 붕괴: 중성자 → 양성자 + 전자 + 전자 반중성미자이다. 전자는 렙톤이며 전하량은 $-e$이다.

NoteBase

문 5. 그림과 같이 x축 상에 거리가 d, $2d$, $4d$인 곳에 전하량이 각각 $-1\,\mathrm{C}$, $+2\,\mathrm{C}$, q인 전하가 고정되어 있다. 전하 q의 크기[C]는? (단, $x=0$에서 세 전하에 의한 전기장은 0이다)



① -4 ② $+1$
③ $+2$ ④ $+8$

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 점전하가 만드는 전기장의 방향과 거리의 제곱에 따른 크기를 이용해 미지 전하 q를 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: $x = d$에 -1C, $x = 2d$에 $+2$C, $x = 4d$에 q가 있다.
구해야 할 값: $x = 0$에서 합성 전기장이 0이 되게 하는 q이다.
주의할 조건: 관찰점이 세 전하의 왼쪽에 있으므로 음전하의 전기장은 오른쪽, 양전하의 전기장은 왼쪽을 향한다.

사용할 공식

점전하가 거리 r만큼 떨어진 곳에 만드는 전기장의 크기는
$E = k\frac{|Q|}{r^2}$
이다. 오른쪽을 양의 방향으로 잡으면 각 전기장을 부호까지 포함해 더할 수 있다. 전기장은 전하량에 비례하고 거리의 제곱에 반비례하므로 이 공식을 사용한다.

계산 과정

1. -1C 전하가 만드는 전기장은 오른쪽 방향이며 $E_1 = +k/d^2$이다.
2. $+2$C 전하가 만드는 전기장은 왼쪽 방향이며 $E_2 = -2k/(2d)^2 = -k/(2d^2)$이다.
3. $x = 4d$의 전하가 만드는 전기장은 부호를 포함하면 $E_q = -kq/(4d)^2 = -kq/(16d^2)$이다.
4. 합성 전기장이 0이므로
$\frac{k}{d^2} - \frac{k}{2d^2} - \frac{kq}{16d^2} = 0$
이고, 공통인 k/d^2를 소거하면
$1 - \frac{1}{2} - \frac{q}{16} = 0$
이므로 $q = +8$C이다.

NoteBase

선지 판단

① X — $q = -4$C이면 정규화한 합성 전기장은 $1 - 1/2 - (-4)/16 = 3/4$로 0이 아니다. 올바르게는 $q = +8$C이다.
② X — $q = +1$C이면 $1 - 1/2 - 1/16 = 7/16$로 0이 아니다. 올바르게는 $q = +8$C이다.
③ X — $q = +2$C이면 $1 - 1/2 - 2/16 = 3/8$로 0이 아니다. 올바르게는 $q = +8$C이다.
④ O — $q = +8$C이면 $1 - 1/2 - 8/16 = 0$이 되어 세 전하에 의한 전기장이 정확히 상쇄된다.

오답 포인트

거리 $4d$인 전하의 전기장을 계산할 때 분모가 4가 아니라 $4^2 = 16$이 된다는 점이 핵심 함정이다. 또한 음전하가 만드는 전기장은 음전하 쪽을 향하므로 $x = d$의 -1C 전하가 원점에 만드는 전기장은 오른쪽 방향이다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 기준 방향을 정하고 각 전기장의 방향에 따라 부호를 붙인 뒤, $E = k|Q|/r^2$로 크기를 계산하여 대수적으로 합한다. 마지막에는 구한 전하를 대입해 합성 전기장이 실제로 0인지 검산한다.

암기 포인트

점전하의 전기장은 $E \propto Q/r^2$이며, 양전하에서는 멀어지는 방향이고 음전하에서는 가까워지는 방향이다.

NoteBase

문 6. 두 인공위성 A와 B가 궤도반경이 각각 r_A, r_B인 다른 원궤도를 등속 원운동하고 있다. A와 B의 공전속력이 각각 v, $2v$라고 할 때 궤도 반경의 비 $r_A : r_B$는?

① $1:2$
② $2:1$
③ $1:4$
④ $4:1$

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 같은 천체 주위를 도는 인공위성의 원궤도 속력과 궤도 반경의 관계를 이용해 반경의 비를 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: A의 공전 속력은 v, B의 공전 속력은 $2v$이다.
구해야 할 값: 궤도 반경의 비 $r_A : r_B$이다.
주의할 조건: 두 인공위성은 같은 중심 천체 주위를 등속 원운동하므로 중심 천체의 질량 M은 공통이다.

사용할 공식

원궤도에서 만유인력이 구심력 역할을 하므로
$\frac{GMm}{r^2} = \frac{mv^2}{r}$
이고, 이를 정리하면
$v^2 = \frac{GM}{r}, \qquad r = \frac{GM}{v^2}$
이다. 따라서 같은 중심 천체를 공전할 때 궤도 반경은 공전 속력의 제곱에 반비례한다.

계산 과정

A에 대해서는 $r_A = GM/v^2$이다.
B에 대해서는
$r_B = \frac{GM}{(2v)^2} = \frac{GM}{4v^2} = \frac{r_A}{4}$
이다. 따라서
$r_A : r_B = r_A : \frac{r_A}{4} = 4 : 1$
이다.

NoteBase

선지 판단

① X — 1 : 2는 속력이 2배일 때 반경이 속력에 단순 반비례한다고 잘못 본 값이다. 올바르게는 속력의 제곱에 반비례하므로 $r_A : r_B = 4 : 1$이다.
② X — 2 : 1 역시 제곱 관계를 반영하지 않은 값이다. 올바른 반경의 비는 4 : 1이다.
③ X — 1 : 4는 반경의 순서를 거꾸로 쓴 값이다. 속력이 더 큰 B의 궤도 반경이 더 작으므로 올바르게는 $r_A : r_B = 4 : 1$이다.
④ O — B의 속력이 A의 2배이므로 B의 궤도 반경은 A의 1/4이다. 따라서 $r_A : r_B = 4 : 1$이다.

오답 포인트

공전 속력과 궤도 반경을 단순 반비례로 처리하면 ②를 고르게 된다. 핵심은 $r \propto 1/v^2$라는 제곱 관계이며, 속력이 큰 위성일수록 궤도 반경이 작다는 방향까지 함께 확인해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

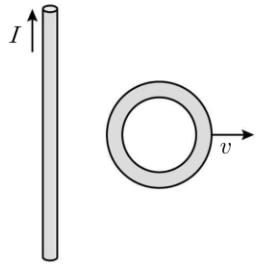
같은 중심 천체의 원궤도 문제에서는 먼저 $v^2 = GM/r$를 세운다. 이어서 $r \propto 1/v^2$를 적용하고, 속력이 커질수록 반경이 작아지는지 검산한다.

암기 포인트

원궤도에서는 $v \propto 1/\sqrt{r}$, 즉 $r \propto 1/v^2$이다. 속력 2배이면 궤도 반경은 1/4배이다.

NoteBase

문 7. 그림과 같이 일정한 전류 I가 흐르는 직선 도선이 있고, 같은 평면에 놓인 원형 도선을 일정한 속도 v로 오른쪽으로 당길 때 일어나는 현상으로 옳지 않은 것은?



① 원형 도선에 전자기 유도 현상이 발생한다.
② 원형 도선 내부를 통과하는 자기력선속은 감소한다.
③ 원형 도선에 흐르는 유도전류의 방향은 반시계방향이다.
④ 원형 도선 내부를 통과하는 직선도선에 의한 자기장의 방향은 종이면으로 들어가는 방향이다.

정답 3번

출제 포인트

직선 도선이 만드는 자기장의 방향을 오른손 법칙으로 정하고, 원형 도선이 멀어질 때 자기선속의 변화를 렌츠 법칙에 적용하는 문제이다. 직선 도선의 오른쪽에서 자기장은 종이면 안쪽을 향하며, 원형 도선이 멀어지면 종이면 안쪽 방향의 자기선속이 감소한다.

선지별 해설

① O — 원형 도선이 직선 도선에서 멀어지면 원형 도선을 통과하는 자기선속이 시간에 따라 변하므로 전자기 유도 현상이 발생한다.

② O — 직선 도선에서 멀어질수록 직선 도선에 의한 자기장의 세기가 약해지므로 원형 도선 내부를 통과하는 자기선속은 감소한다.

③ X — 유도전류는 감소하는 종이면 안쪽 방향의 자기선속을 유지하도록 종이면 안쪽 방향의 자기장을 만들어야 한다. 따라서 유도전류의 방향은 반시계방향이 아니라 시계방향이다. 틀린 표현 '반시계방향'은 '시계방향'으로 고쳐야 한다.

④ O — 전류가 위쪽으로 흐르는 직선 도선의 오른쪽에서는 오른손 법칙에 따라 자기장의 방향이 종이면 안쪽이다.

NoteBase

오답 포인트

직선 도선의 자기장 방향과 유도전류가 만드는 자기장 방향을 혼동하기 쉽다. 이 상황에서는 기존 자기장이 종이면 안쪽이고 그 자기선속이 감소하므로, 유도전류도 종이면 안쪽의 자기장을 만들기 위해 시계방향으로 흐른다.

다시 나오면 이렇게 판단

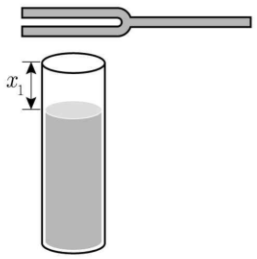
먼저 오른손 법칙으로 직선 도선이 원형 도선 위치에 만드는 자기장의 방향을 정한다. 다음으로 이동에 따른 자기선속의 증가·감소를 판단하고, 렌츠 법칙으로 그 변화를 방해하는 유도 자기장의 방향을 정한 뒤 원형 도선의 전류 방향으로 바꾼다.

암기 포인트

위쪽 전류의 오른쪽 자기장은 종이면 안쪽이며, 종이면 안쪽 자기선속이 감소하면 유도전류는 시계방향이다.

NoteBase

문 8. 그림은 한쪽 끝이 열린 관에 물을 담고 소리굽쇠에서 나는 음파의 공명위치를 찾는 실험을 나타낸 것이다. 물의 높이를 낮추어 갈 때, n번째 공명이 일어난 위치를 x_n이라고 하자. $x_1 = \mathrm{L}$일 때 x_2와 x_3의 값은?



	x_2	x_3
①	1.5L	2L
②	2L	3L
③	2L	4L
④	3L	5L

정답 4번

출제 포인트

한쪽 끝이 닫히고 다른 쪽 끝이 열린 관의 공명 조건을 이용하여 두 번째와 세 번째 공명 길이를 구하는 문제이다.

조건 정리

물 표면은 공기의 진동이 막히는 닫힌 끝이고, 관의 입구는 열린 끝이다. 따라서 관 안의 공기 기둥은 한쪽 끝이 닫힌 관으로 진동한다. 첫 번째 공명 길이는 $x_1 = L$이고, 구해야 할 값은 x_2, x_3이다.

사용할 공식

한쪽 끝이 닫힌 관의 n번째 공명 길이는

$$x_n = \frac{(2n-1)\lambda}{4}$$

이다. 닫힌 끝에서는 변위의 마디, 열린 끝에서는 변위의 배가 형성되므로 관의 길이는 파장의 홀수 배인 $\lambda/4$, $3\lambda/4$, $5\lambda/4$, …가 된다.

NoteBase

계산 과정

첫 번째 공명에서

$x_1 = \frac{\lambda}{4} = L$

이므로 $\lambda = 4L$이다. 따라서

$x_2 = \frac{3\lambda}{4} = 3L$

$x_3 = \frac{5\lambda}{4} = 5L$

이다. 연속한 공명 위치의 차이가 $\lambda/2 = 2L$라는 관계로도 L, $3L$, $5L$을 얻는다.

선지 판단

① X — $x_2 = 1.5L$, $x_3 = 2L$는 닫힌 관의 홀수 배 공명 조건에 맞지 않는다. 올바르게는 $x_2 = 3L$, $x_3 = 5L$이다.

② X — $x_2 = 2L$, $x_3 = 3L$처럼 L씩 증가시키면 안 된다. 연속한 공명 길이는 $2L$씩 증가하므로 올바르게는 $x_2 = 3L$, $x_3 = 5L$이다.

③ X — $x_2 = 2L$, $x_3 = 4L$는 공명 길이를 L의 짝수 배로 본 값이다. 한쪽 끝이 닫힌 관에서는 홀수 배만 허용되므로 올바르게는 $x_2 = 3L$, $x_3 = 5L$이다.

④ O — $x_2 = 3L$, $x_3 = 5L$는 각각 $3\lambda/4$, $5\lambda/4$에 해당하여 공명 조건을 만족한다.

오답 포인트

공명 차수를 L, $2L$, $3L$처럼 자연수 배로 생각하는 것이 함정이다. 한쪽 끝이 닫힌 관의 공명 길이는 $\lambda/4$의 홀수 배로만 나타나며, 연속한 공명 위치의 간격은 $\lambda/2$이다.

다시 나오면 이렇게 판단

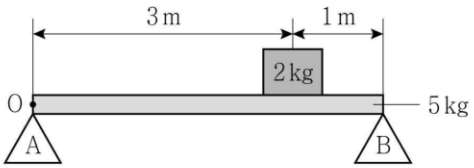
물이나 마개로 한쪽 끝이 막힌 관은 닫힌 관으로 보고, $x_n = (2n-1)\lambda/4$를 적용한다. 첫 공명 길이가 주어지면 먼저 파장을 구한 뒤 홀수 배 공명 길이를 차례로 계산한다.

암기 포인트

한쪽 끝이 닫힌 관은 1 : 3 : 5 : …의 홀수 배로 공명하고, 이웃한 공명 길이의 차이는 $\lambda/2$이다.

NoteBase

문 9. 그림과 같이 받침대 A, B에 질량이 5kg, 길이가 4m인 막대를 수평면과 나란하게 올려놓고, O점으로부터 3m인 지점에 질량이 2kg인 물체를 올려놓았을 때 힘의 평형상태가 유지된다. 이 때, 받침대 A가 막대에 작용하는 힘의 크기[N]는? (단, 중력가속도는 $10\,m/s^2$이고, 막대의 밀도는 균일하며 두께와 폭은 무시한다)



① 30 ② 40

③ 45 ④ 50

정답 1번

출제 포인트

이 문제는 막대의 병진 평형과 회전 평형을 함께 이용하여 받침대 A가 막대에 작용하는 수직항력을 구하는 문제이다.

조건 정리

막대의 길이는 $4m$, 질량은 $5kg$이므로 막대의 무게는 $50N$이며 균일한 막대의 중심인 A에서 $2m$ 지점에 작용한다. 물체의 질량은 $2kg$이므로 무게는 $20N$이며 A에서 $3m$ 지점에 작용한다. 받침대 B는 A에서 $4m$ 지점에 있다. 구해야 할 값은 받침대 A가 막대에 작용하는 힘 R_A이다.

사용할 공식

정지한 막대에는 힘의 평형과 돌림힘의 평형이 성립한다.

$R_A + R_B = 50 + 20$

A점을 회전축으로 잡으면 R_A의 돌림힘은 0이므로 다음 식을 사용한다.

$R_B \cdot 4 = 50 \cdot 2 + 20 \cdot 3$

이 공식을 쓰는 이유는 막대가 힘의 평형상태를 유지하므로 합력과 합돌림힘이 모두 0이기 때문이다.

NoteBase

계산 과정

1. A점에 대한 돌림힘의 평형을 적용한다.
$4R_B = 100 + 60 = 160$
$R_B = 40N$
2. 수직 방향 힘의 평형을 적용한다.
$R_A + 40 = 50 + 20 = 70$
3. 따라서 받침대 A가 막대에 작용하는 힘은 다음과 같다.
$R_A = 30N$

선지 판단

① O — 계산 결과 받침대 A의 힘은 $30N$이므로 옳다.
② X — $40N$은 받침대 B의 힘이다. 받침대 A의 힘은 $40N$이 아니라 $30N$이다.
③ X — 막대와 물체의 무게가 만드는 돌림힘을 모두 반영하면 A의 힘은 $45N$이 아니다. 올바른 값은 $30N$이다.
④ X — $50N$은 막대 자체의 무게와 같은 값일 뿐 A의 반력이 아니다. 받침대 A의 힘은 $50N$이 아니라 $30N$이다.
계산 결과 $30N$이므로 정답은 1번이다.

오답 포인트

막대의 질량 $5kg$을 무시하거나 그 무게가 A점에 작용한다고 보면 안 된다. 밀도가 균일한 막대의 무게 $50N$은 막대의 중앙인 A에서 $2m$ 지점에 작용한다. 또한 A점에 대한 돌림힘으로 먼저 구해지는 $40N$은 A가 아니라 B의 반력이라는 점이 핵심 함정이다.

다시 나오면 이렇게 판단

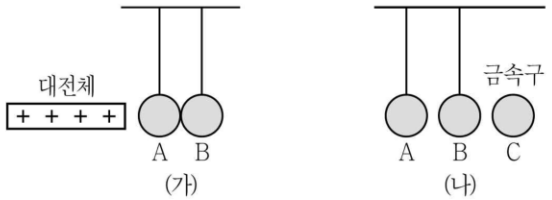
평형을 이루는 막대의 받침대 반력은 한 받침점을 회전축으로 잡아 다른 받침대의 반력을 먼저 구한 뒤, 수직 방향 힘의 평형으로 남은 반력을 구한다. 균일한 막대의 무게는 항상 막대의 중심에 작용하는 것으로 처리한다.

암기 포인트

정적 평형은 합력 0, 합돌림힘 0이며, 균일한 막대의 무게중심은 중앙이다.

NoteBase

문 10. 그림 (가)는 동일한 두 금속구 A, B를 절연된 실에 연결하여 서로 접촉을 시켜 놓고 (+)대전체를 A에 가까이 가져간 것이고, 그림 (나)는 대전체를 가까이 한 상태에서 두 금속구를 분리시킨 후 대전체를 치운 상태이다. 이 때, 금속구 A, B에 대전된 전하량은 각각 $-Q$, $+Q$이다. 두 금속구와 동일한 대전되지 않은 금속구 C를 (나)의 A에 접촉시키고 나서 분리한 후, 다시 B에 접촉시키고 나서 분리하였을 때 이에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?



① 금속구 B의 최종 전하량은 $+\frac{Q}{2}$이다.

② 금속구 A의 최종 전하량은 $-\frac{Q}{2}$이다.

③ (가)에서 전자는 금속구 B에서 A로 이동하였다.

④ 금속구 C는 마지막에 (+)전하로 대전된다.

정답 1번

출제 포인트

대전 유도에서 전자의 이동 방향을 판단하고, 동일한 금속구가 접촉하면 두 금속구의 전체 전하량이 똑같이 나뉜다는 원리를 적용하는 문제이다.

NoteBase

선지별 해설

① X

금속구 C가 A와 접촉한 뒤에는 $A = C = -Q/2$이다. 이후 C가 $+Q$인 B와 접촉하면 두 금속구의 전체 전하량은 $+Q - Q/2 = +Q/2$이고, 동일한 두 금속구에 똑같이 나뉜다. 따라서 B의 최종 전하량은 $+Q/4$이다. '$+Q/2$'가 틀린 표현이며, 올바르게는 '$+Q/4$'이다.

② O

처음에 $-Q$인 A와 전하량이 0인 동일한 금속구 C가 접촉하면 전체 전하량 $-Q$가 똑같이 나뉜다. 두 금속구를 분리한 뒤 A의 최종 전하량은 $-Q/2$이다.

③ O

양(+)전하를 띤 대전체를 A 가까이에 두면 자유 전자가 대전체와 가까운 A 쪽으로 끌린다. 따라서 두 금속구가 접촉한 (가)에서 전자는 B에서 A로 이동한다.

④ O

A와 접촉한 뒤 C의 전하량은 $-Q/2$이다. 이 C가 $+Q$인 B와 접촉하면 합성 전하량이 $+Q/2$가 되고, 이를 두 금속구가 나누어 각각 $+Q/4$가 된다. 따라서 C는 마지막에 양(+)전하로 대전된다.

오답 포인트

C가 B와 접촉하기 직전의 전하량이 0이 아니라 $-Q/2$라는 점이 핵심 함정이다. B의 $+Q$만 반으로 나누는 것이 아니라 B와 C의 전하량을 먼저 합한 $+Q/2$를 다시 반으로 나누어야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

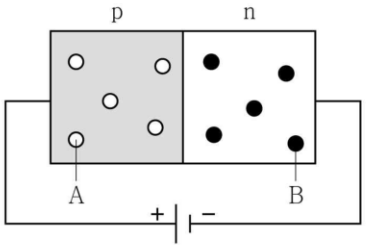
각 접촉 단계마다 '접촉 직전 두 금속구의 전하량 합'을 구한 뒤, 동일한 금속구이면 그 합을 2로 나눈다. 분리된 다른 금속구의 전하량은 다음 접촉으로 바뀌지 않는다.

암기 포인트

동일 금속구의 접촉은 전하량의 합을 보존하며, 분리할 때 두 금속구가 그 합을 절반씩 가진다.

NoteBase

문 11. 그림은 p형 반도체에 (+)극을 연결하고, n형 반도체에 (−)극을 연결한 모습이다. 이에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?



① A는 양공이다.

② 순방향 연결이다.

③ 이 회로에는 전류가 잘 흐른다.

④ B는 전자로 (−)극 쪽으로 이동한다.

정답 4번

출제 포인트

p형 반도체에 (+)극, n형 반도체에 (-)극을 연결한 순방향 바이어스에서 다수 운반자의 종류와 이동 방향을 판단하는 문제이다. 그림의 빈 원 A는 p형 반도체의 양공이고, 검은 원 B는 n형 반도체의 전자이다.

선지별 해설

① O — A는 p형 반도체에 표시된 다수 운반자인 양공이다.
② O — p형에 (+)극, n형에 (-)극을 연결했으므로 순방향 연결이다.
③ O — 순방향 연결에서는 접합부의 전위 장벽이 낮아지고 공핍층이 얇아져 다수 운반자가 접합부를 쉽게 통과하므로 전류가 잘 흐른다.
④ X — ‘B는 전자로 (-)극 쪽으로 이동한다’는 이동 방향이 틀렸다. B는 전자가 맞지만, (-)극의 척력을 받아 접합부를 지나 p형 영역과 (+)극 쪽으로 이동한다. 올바르게는 ‘B는 전자로 (+)극 쪽으로 이동한다’이다.

오답 포인트

전자가 음전하라는 사실 때문에 (-)극 쪽으로 이동한다고 혼동하기 쉽다. 전자는 (-)극에서 밀려나 (+)극 쪽으로 이동하며, 전자의 이동 방향은 관습적인 전류 방향과 반대이다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 p형과 n형에 연결된 전극을 확인한다. p형-(+), n형-(-)이면 순방향으로 전류가 잘 흐른다. 그다음 양공은 (-)극 쪽, 전자는 (+)극 쪽으로 이동한다고 판단한다.

NoteBase

암기 포인트

p형-(+), n형-(-)은 순방향이며, 양공은 (-)극 쪽으로, 전자는 (+)극 쪽으로 이동한다.

NoteBase

문 12. 다음은 핵융합 과정의 일부를 나타낸 반응식이다. 이에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

$$ {}_1^2\mathrm{H} + {}_1^3\mathrm{H} \rightarrow {}_2^4\mathrm{He} + (\ \textcircled{ㄱ}\ ) + 17.6\mathrm{MeV} $$

① ㉠은 중성자이다.
② 에너지를 흡수하는 반응이다.
③ 반응 전과 후에 질량수가 변하지 않는다.
④ 반응 과정에서 질량결손이 일어난다.

정답 2번

출제 포인트

핵융합 반응식에서 질량수와 원자번호의 보존으로 생성 입자를 찾고, 에너지의 위치로 방출·흡수 여부를 판단하는 문제이다.

조건 정리

반응식은 ${}_1^2\mathrm{H} + {}_1^3\mathrm{H} \rightarrow {}_2^4\mathrm{He} + (¤) + 17.6\mathrm{MeV}$이다.
반응 전후에 총질량수와 총원자번호가 각각 보존된다.
에너지 17.6MeV가 생성물 쪽에 있으므로 이 반응은 그만큼의 에너지를 방출한다.

사용할 공식

질량수 보존: $2 + 3 = 4 + A_{¤}$
원자번호 보존: $1 + 1 = 2 + Z_{¤}$
질량-에너지 관계: $Q = \Delta mc^2$
핵반응에서는 총핵자수와 총전하량이 보존되므로 앞의 두 관계로 미지의 입자를 정할 수 있다. 또한 방출 에너지는 반응 전후의 질량 차이인 질량결손에 해당한다.

계산 과정

1. 질량수 보존에서 $A_{¤} = 2 + 3 - 4 = 1$이다.
2. 원자번호 보존에서 $Z_{¤} = 1 + 1 - 2 = 0$이다.
3. 질량수 1, 원자번호 0인 입자는 중성자 ${}_0^1\mathrm{n}$이다.
4. 생성물 쪽에 17.6MeV가 표시되어 있으므로 에너지를 방출하며, 그 에너지는 질량결손 Δm에 대해 $Q = \Delta mc^2$로 나타난다.

NoteBase

선지 판단

① O — ㉠은 질량수 1, 원자번호 0인 중성자이다.
② X — 17.6MeV가 생성물 쪽에 있으므로 에너지를 흡수하는 반응이 아니라 방출하는 반응이다. 틀린 표현 '에너지를 흡수하는 반응'은 '에너지를 방출하는 반응'으로 고쳐야 한다.
③ O — 반응 전 총질량수는 2 + 3 = 5, 반응 후 총질량수는 4 + 1 = 5이므로 총질량수는 변하지 않는다.
④ O — 반응물의 질량 일부가 17.6MeV의 에너지로 전환되므로 반응물의 총질량이 생성물의 총질량보다 큰 질량결손이 일어난다.

오답 포인트

②의 '흡수'가 함정이다. 반응식에서 에너지가 화살표 오른쪽에 있으면 방출 에너지이고, 왼쪽에 반응 조건처럼 주어지면 흡수 에너지로 해석한다. 또한 질량수 보존과 질량 보존을 혼동하면 안 된다. 총질량수는 보존되지만 정지질량 일부는 에너지로 전환되어 질량결손이 생길 수 있다.

다시 나오면 이렇게 판단

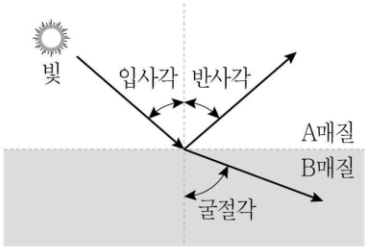
미지의 핵입자가 있는 반응식은 먼저 질량수와 원자번호를 각각 보존시켜 입자를 찾고, 다음으로 에너지가 반응식의 어느 쪽에 있는지 확인하여 방출·흡수를 판단한다. 마지막으로 방출 에너지가 있으면 $Q = \Delta mc^2$에 따른 질량결손을 연결한다.

암기 포인트

질량수 1·원자번호 0은 중성자이며, 생성물 쪽 에너지는 방출을 뜻한다. 질량수는 보존되어도 정지질량에는 질량결손이 생길 수 있다.

NoteBase

문 13. 그림은 빛이 A매질에서 B매질로 비스듬히 입사할 때 경계면에서의 반사와 굴절 현상을 나타낸 것이다. 이에 대한 설명으로 옳은 것만을 모두 고른 것은?



ㄱ. 입사각을 점점 증가시키면 특정각 이상부터 전반사가 일어난다.
ㄴ. 매질의 굴절률은 A가 B보다 크다.
ㄷ. 입사광의 속력은 굴절광의 속력보다 크다.
ㄹ. 입사광과 굴절광의 진동수는 같다.

① ㄱ, ㄷ
② ㄴ, ㄹ
③ ㄱ, ㄴ, ㄹ
④ ㄴ, ㄷ, ㄹ

정답 3번

출제 포인트

굴절광이 법선에서 멀어지는 도식을 이용하여 두 매질의 굴절률과 빛의 속력을 비교하고, 전반사 조건과 경계면 통과 전후의 진동수 관계를 판단하는 문제이다.

핵심 개념

굴절률은 $n = c/v$이므로 굴절률이 큰 매질일수록 빛의 속력은 작다. 빛이 굴절률이 큰 매질에서 작은 매질로 진행하면 굴절각이 입사각보다 커지며, 입사각이 임계각보다 커지면 전반사가 일어난다. 빛이 경계면을 통과할 때 속력과 파장은 변할 수 있지만 진동수는 변하지 않는다.

NoteBase

선지별 해설

① X — ㄱ과 ㄴ은 옳지만 옳은 ㄹ이 빠져 있다. 올바른 조합은 ㄱ, ㄴ, ㄹ이다.
② X — ㄴ과 ㄹ은 옳지만 옳은 ㄱ이 빠져 있다. 올바른 조합은 ㄱ, ㄴ, ㄹ이다.
③ O — 굴절각이 입사각보다 크므로 A매질의 굴절률이 B매질보다 크다. 따라서 A에서의 빛의 속력이 더 작고, 입사각을 임계각보다 크게 하면 전반사가 일어나며, 경계면을 지나도 진동수는 같다. 즉 ㄱ, ㄴ, ㄹ이 모두 옳다.
④ X — ㄷ의 '입사광의 속력이 굴절광의 속력보다 크다'가 틀렸고, 옳은 ㄱ도 빠져 있다. 실제로는 A매질의 굴절률이 더 크므로 입사광의 속력이 굴절광의 속력보다 작으며, 올바른 조합은 ㄱ, ㄴ, ㄹ이다.

오답 포인트

굴절률이 클수록 빛의 속력도 클 것이라고 반대로 판단하기 쉽다. 이 그림에서는 굴절광이 법선에서 더 멀어졌으므로 B매질에서 빛이 더 빠르다. 또한 경계면에서 진동수는 그대로이고 속력 변화에 따라 파장이 변한다는 점을 구분해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

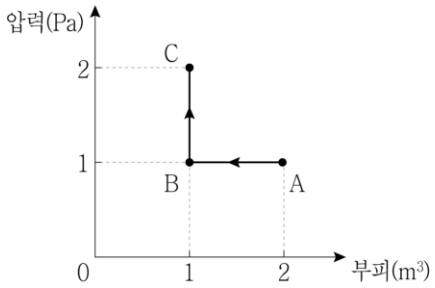
먼저 입사각과 굴절각을 비교하여 굴절률의 대소를 정한다. 다음으로 $n = c/v$를 이용해 속력의 대소를 반대로 정하고, 큰 굴절률에서 작은 굴절률로 진행하는 경우에만 임계각과 전반사를 검토한다. 경계면 통과 전후에는 진동수가 같다고 판단한다.

암기 포인트

굴절률은 속력과 반비례하고, 전반사는 큰 굴절률에서 작은 굴절률로 진행할 때 일어나며, 경계면을 지나도 진동수는 일정하다.

NoteBase

문 14. 그림은 일정량의 이상기체 상태를 A→B→C로 변화시키는 동안, 이상기체의 압력과 부피를 나타낸 것이다. 이에 대한 설명으로 옳은 것은?



① A→B 과정에서 기체가 외부에 일을 한다.

② 기체의 내부 에너지는 A보다 B에서 더 크다.

③ B→C 과정에서 기체가 외부에 열을 방출한다.

④ 기체의 온도는 B보다 A에서 더 높다.

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 압력-부피 도식에서 각 상태의 온도를 $PV = nRT$로 비교하고, 과정별 일과 열의 출입을 열역학 제1법칙으로 판단하는 문제이다. 일정량의 이상기체에서는 $T \propto PV$이고 내부 에너지는 온도만의 함수이다.

선지별 해설

① X — $A \to B$는 압력이 일정한 상태에서 부피가 $2m^3$에서 $1m^3$로 감소하는 압축 과정이다. 기체가 한 일은 $W = P\Delta V < 0$이므로 기체가 외부에 일을 하는 것이 아니라 외부가 기체에 일을 한다. 틀린 표현 '기체가 외부에 일을 한다'는 '외부가 기체에 일을 한다'로 고쳐야 한다.

② X — 일정량의 이상기체에서 $T \propto PV$이다. $P_AV_A = 1 \times 2 = 2$, $P_BV_B = 1 \times 1 = 1$이므로 $T_A > T_B$이고, 내부 에너지도 $U_A > U_B$이다. 틀린 표현 '내부 에너지는 A보다 B에서 더 크다'는 '내부 에너지는 B보다 A에서 더 크다'로 고쳐야 한다.

③ X — $B \to C$는 부피가 일정한 채 압력이 증가하는 과정이므로 온도와 내부 에너지가 증가한다. 등적 과정에서는 $W = 0$이어서 열역학 제1법칙에 따라 기체가 열을 흡수한다. 틀린 표현 '외부에 열을 방출한다'는 '외부로부터 열을 흡수한다'로 고쳐야 한다.

④ O — $P_AV_A = 1 \times 2 = 2$, $P_BV_B = 1 \times 1 = 1$이므로 $T_A/T_B = 2$이다. 따라서 기체의 온도는 B보다 A에서 더 높다.

NoteBase

오답 포인트

압축된다는 사실만 보고 온도나 내부 에너지가 반드시 증가한다고 판단하면 ②를 고르기 쉽다. 상태의 온도는 압력과 부피를 따로 보지 않고 PV의 곱으로 비교해야 한다. 또한 $B \rightarrow C$에서는 부피가 일정해 일은 없지만 온도가 상승하므로 열을 방출하는 것이 아니라 흡수한다.

다시 나오면 이렇게 판단

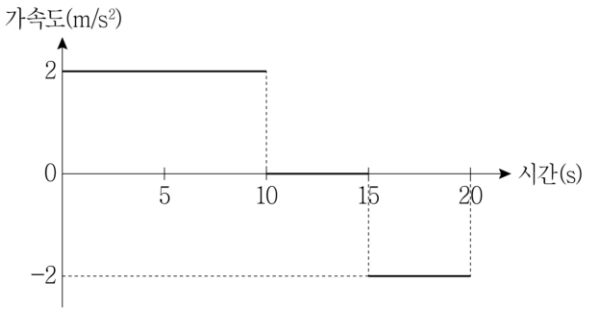
먼저 각 점에서 PV를 계산해 온도와 내부 에너지를 비교한다. 과정의 일은 부피 변화로 판단하여 팽창이면 기체가 양의 일을 하고 압축이면 외부가 기체에 일을 하며, 등적 과정에서는 일이 0이므로 열의 출입 방향이 내부 에너지 변화 방향과 같다.

암기 포인트

이상기체의 상태 비교는 $T \propto PV$, 내부 에너지는 온도에 따라 변하며, 등적 과정에서는 $W = 0$이다.

NoteBase

문 15. 물체가 정지 상태에서 출발하여 다음 그래프와 같이 가속된다. $t = 0\,s$에서 $t = 20\,s$까지 물체가 이동한 거리[m]는? (단, 물체는 직선상에서 운동한다)



① 225
② 250
③ 275
④ 300

정답 3번

출제 포인트

가속도-시간 그래프에서 구간별 속도를 구한 뒤, 속도-시간 그래프 아래 넓이를 합하여 이동 거리를 계산하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 처음 속도는 $v_0 = 0$이고, 가속도는 $0 \sim 10s$에서 $2m/s^2$, $10 \sim 15s$에서 0, $15 \sim 20s$에서 $-2m/s^2$이다.
구해야 할 값: $0 \sim 20s$ 동안의 이동 거리이다.
주의할 조건: $20s$까지 속도는 음수가 되지 않으므로 각 구간의 변위를 그대로 더하면 이동 거리가 된다.

사용할 공식

등가속도 운동의 변위는
$\Delta x = v_i \Delta t + \frac{1}{2} a (\Delta t)^2$
이고, 속도 변화는
$v_f = v_i + a\Delta t$
이다. 가속도가 구간별로 일정하므로 각 구간의 처음 속도와 가속도를 이용해 변위를 구한다.

NoteBase

계산 과정

1. $0 \sim 10s$: $v_{10} = 0 + (2)(10) = 20m/s$이고, 이동 거리는 $\frac{1}{2}(2)(10)^2 = 100m$이다.
2. $10 \sim 15s$: 가속도가 0이므로 $20m/s$로 등속 운동하며, 이동 거리는 $(20)(5) = 100m$이다.
3. $15 \sim 20s$: $v_{20} = 20 + (-2)(5) = 10m/s$이고, 이동 거리는 $(20)(5) + \frac{1}{2}(-2)(5)^2 = 75m$이다.
4. 전체 이동 거리는 $100 + 100 + 75 = 275m$이다.

선지 판단

① X — $225m$는 마지막 구간의 속도 감소분에 해당하는 삼각형 넓이 $\frac{1}{2}(5)(10) = 25m$만을 이동 거리로 잘못 더한 값이다. 마지막 구간의 실제 이동 거리는 $75m$이므로 올바르게는 $275m$이다.
② X — $250m$는 마지막 구간을 끝 속도 $10m/s$로만 계산하여 $(10)(5) = 50m$로 잘못 본 값이다. 이 구간의 평균 속도는 $15m/s$이므로 이동 거리는 $75m$이며, 올바르게는 $275m$이다.
③ O — 세 구간의 이동 거리 $100m$, $100m$, $75m$를 합하면 $275m$이므로 계산 결과와 일치한다.
④ X — $300m$는 마지막 구간에서도 속도가 계속 $20m/s$라고 보아 감속을 무시한 값이다. 마지막 구간은 $75m$이므로 올바르게는 $275m$이다.

오답 포인트

가속도-시간 그래프의 넓이는 속도 변화량이지 이동 거리가 아니다. 먼저 속도를 구한 다음 속도-시간 관계로 이동 거리를 계산해야 한다. 특히 $15 \sim 20s$에는 속도가 $20m/s$에서 $10m/s$로 줄어들므로, 처음 속도나 끝 속도 하나만 사용하는 것이 아니라 평균 속도 $15m/s$를 사용해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

구간별로 가속도를 읽고 경계 시각의 속도를 차례로 구한 뒤, 각 구간의 평균 속도와 시간을 곱해 변위를 계산한다. 마지막으로 속도의 부호가 바뀌는지 확인하여 변위의 합과 이동 거리의 합을 구분한다.

암기 포인트

가속도-시간 그래프의 넓이는 속도 변화량, 속도-시간 그래프의 넓이는 변위이다. 등가속도 구간의 변위는 평균 속도 $\frac{v_i + v_f}{2}$에 시간을 곱해도 구할 수 있다.

NoteBase

문 16. 부피가 1,000 cm^3이고 질량이 0.1 kg인 물체가 있다. 이 물체를 물속에 완전히 잠기게 했을 때 받게 되는 부력의 크기[N]는? (단, 물의 밀도는 1 g/cm^3, 중력가속도는 10 m/s^2이다)

① 1

② 10

③ 100

④ 1,000

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 물체가 완전히 잠겼을 때 밀려난 물의 무게로 부력의 크기를 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 물체의 부피는 $1{,}000cm^3$, 물의 밀도는 $1g/cm^3$, 중력가속도는 $10m/s^2$이다.
단위 변환: $1{,}000cm^3 = 1.0 \times 10^{-3}m^3$, $1g/cm^3 = 1{,}000kg/m^3$이다.
구해야 할 값: 물체가 물속에 완전히 잠겼을 때 받는 부력의 크기이다.
주의할 조건: 완전히 잠겼으므로 밀려난 물의 부피는 물체의 전체 부피와 같다. 물체의 질량 $0.1kg$은 물체의 무게를 구할 때 쓰는 값이며, 이 조건에서 부력의 크기를 정하지 않는다.

사용할 공식

부력은 밀려난 유체의 무게와 같으므로 다음 공식을 사용한다.
F_B=_물V_잠긴 부분g
물체가 완전히 잠겨 있어 V_잠긴 부분이 물체의 전체 부피와 같기 때문에 이 공식을 적용한다.

계산 과정

1. 물의 밀도와 물체의 부피를 SI 단위로 바꾸면 _물=1,000 kg/m^3, $V = 1.0 \times 10^{-3}m^3$이다.
2. 밀려난 물의 질량은 $\rho V = (1{,}000)(1.0 \times 10^{-3}) = 1kg$이다.
3. 부력은 밀려난 물의 무게이므로
$F_B = (1{,}000kg/m^3)(1.0 \times 10^{-3}m^3)(10m/s^2) = 10N$
따라서 부력의 크기는 $10N$이다.

NoteBase

선지 판단

① X — $1N$은 물체의 질량 $0.1kg$에 중력가속도를 곱한 물체의 무게이다. 부력은 $1N$이 아니라 밀려난 물의 무게인 $10N$이다.
② O — 계산한 부력 F_B가 $10N$이므로 옳다.
③ X — $1{,}000cm^3$는 $10^{-3}m^3$이므로 공식에 대입한 결과는 $100N$이 아니다. 올바른 부력은 $10N$이다.
④ X — 부피를 세제곱 단위로 정확히 환산하여 계산하면 $1{,}000N$이 나오지 않는다. 올바른 부력은 $10N$이다.

오답 포인트

물체의 무게 $mg = 1N$과 부력을 혼동하기 쉽다. 부력은 물체 자체의 질량이 아니라 밀려난 물의 밀도와 부피로 계산한다. 또한 cm^3를 m^3로 바꿀 때 $1cm^3 = 10^{-6}m^3$임을 적용해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

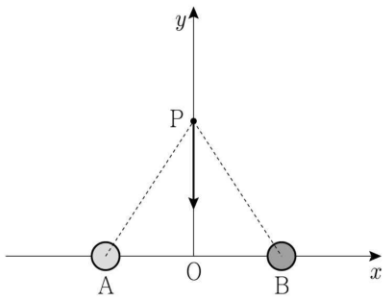
완전히 잠긴 물체의 부력은 물체의 부피를 잠긴 부피로 두고, 유체의 밀도와 부피를 SI 단위로 변환한 뒤 $F_B = \rho Vg$를 적용하여 판단한다.

암기 포인트

부력은 밀려난 유체의 무게이다: F_B=_유체V_잠긴 부분g.

NoteBase

문 17. 그림과 같이 두 점전하 A, B가 원점 O에서 동일한 거리만큼 떨어진 x축 상에 놓여 있다. y축 상의 한 점 P에서 A, B에 의해 $-y$방향의 전기장이 형성되어 있다고 할 때, 이에 대한 설명으로 옳은 것은?



① A의 전하와 B의 전하는 서로 다른 종류이다.

② A의 전하량의 크기와 B의 전하량의 크기는 다르다.

③ P점에 (−)전하를 놓는다면, (−)전하는 $+y$축 방향으로 힘을 받는다.

④ 전기장의 세기는 O에서보다 P에서 더 작다.

정답 3번

출제 포인트

대칭인 두 전하가 만드는 전기장의 방향을 성분으로 나누어 판단하고, 전기장과 시험 전하가 받는 힘의 관계를 구분하는 문제이다. P에서 수평 성분은 상쇄되고 수직 성분이 $-y$축 방향으로 합성되므로 A와 B는 크기가 같은 음전하이다.

NoteBase

선지별 해설

① X
A와 B가 서로 다른 종류의 전하라면 P에서 두 전기장의 수평 성분이 같은 방향이 되어 상쇄되지 않는다. 틀린 표현인 '서로 다른 종류이다'는 '둘 다 음전하로서 같은 종류이다'로 고쳐야 한다.

② X
P는 두 전하에서 같은 거리에 있고 합성 전기장이 정확히 $-y$축 방향이므로 수평 성분의 크기가 같아야 한다. 따라서 A와 B의 전하량 크기도 같다. 틀린 표현인 '전하량의 크기는 다르다'는 '전하량의 크기는 같다'로 고쳐야 한다.

③ O
전기장이 $-y$축 방향일 때 음전하가 받는 힘은 $\vec{F} = q\vec{E}$에서 $q < 0$이므로 전기장과 반대인 $+y$축 방향이다.

④ X
O에서는 크기가 같은 두 음전하가 만드는 전기장이 서로 반대 방향이고 크기가 같아 합성 전기장이 0이다. P에서는 합성 전기장이 0이 아니므로 전기장의 세기는 O보다 P에서 더 크다. 틀린 표현인 'O에서보다 P에서 더 작다'는 'O에서보다 P에서 더 크다'로 고쳐야 한다.

오답 포인트

③에서 음전하가 받는 힘의 방향을 전기장 방향과 같다고 판단하기 쉽다. 전기장의 방향은 양전하가 받는 힘의 방향으로 정의되므로 음전하의 힘은 전기장과 반대 방향이다. 또한 O에서는 각 전하가 만드는 전기장이 존재하지만 두 벡터의 합은 0이라는 점을 구분해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

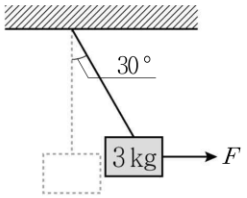
먼저 대칭축 위의 점에서는 각 전기장을 수평·수직 성분으로 나눈다. 수평 성분의 상쇄 여부로 두 전하의 종류와 크기를 판단하고, 마지막에 $\vec{F} = q\vec{E}$를 적용하여 양전하는 전기장과 같은 방향, 음전하는 반대 방향으로 힘을 받는다고 판단한다.

암기 포인트

전기장은 양전하의 힘 방향이고, 음전하의 힘은 전기장과 반대 방향이다. 대칭인 같은 크기의 동종 전하는 중점 O에서 합성 전기장이 0이다.

NoteBase

문 18. 그림과 같이 질량 3 kg인 물체를 천장에 실로 매달고 수평방향으로 힘 F를 가해, 실이 연직방향과 30°의 각이 유지되도록 하였다. 이 때 줄에 걸리는 장력의 크기[N]는? (단, 중력가속도는 10 m/s^{2}이다)



① $15\sqrt{2}$

② $15\sqrt{3}$

③ $20\sqrt{2}$

④ $20\sqrt{3}$

정답 4번

출제 포인트

수평 방향으로 힘을 받는 물체가 평형을 이룰 때, 장력의 연직 성분과 중력의 관계를 이용해 장력의 크기를 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 질량은 $3kg$, 중력가속도는 $10m/s^2$, 실과 연직 방향 사이의 각은 30°이다.
구해야 할 값: 줄에 걸리는 장력 T이다.
주의할 조건: 각도가 연직 방향을 기준으로 주어졌으므로 장력의 연직 성분은 $T\cos 30^\circ$이다.

사용할 공식

물체가 평형을 이루므로 연직 방향의 힘의 합은 0이다. 따라서
$T\cos 30^\circ = mg$
이다. 수평으로 가한 힘은 연직 성분이 없으므로, 연직 방향에서는 장력의 연직 성분이 물체의 무게와 같아야 한다.

NoteBase

계산 과정

1. 물체의 무게는
$mg = 3 \times 10 = 30N$
이다.
2. 연직 방향의 평형식을 세우면
$T\cos 30^\circ = 30$
이다.
3. $\cos 30^\circ = \frac{\sqrt{3}}{2}$를 대입하면
$T = \frac{30}{\cos 30^\circ} = \frac{30}{\sqrt{3}/2} = 20\sqrt{3}N$
이다.

선지 판단

① X — $15\sqrt{2}N$는 평형식 $T\cos 30^\circ = 30N$을 만족하지 않는다. 장력은 $15\sqrt{2}N$가 아니라 $20\sqrt{3}N$이다.
② X — $15\sqrt{3}N$의 연직 성분은 $15\sqrt{3}\cos 30^\circ = \frac{45}{2}N$로 무게 $30N$보다 작다. 장력은 $15\sqrt{3}N$가 아니라 $20\sqrt{3}N$이다.
③ X — $20\sqrt{2}N$는 30°의 코사인 값을 적용한 결과가 아니다. 장력은 $20\sqrt{2}N$가 아니라 $20\sqrt{3}N$이다.
④ O — $20\sqrt{3}N$의 연직 성분은 $20\sqrt{3}\cos 30^\circ = 30N$이므로 물체의 무게와 정확히 평형을 이룬다.

오답 포인트

그림의 30°는 실과 수평 방향 사이의 각이 아니라 실과 연직 방향 사이의 각이다. 따라서 장력의 연직 성분에 $T\sin 30^\circ$가 아닌 $T\cos 30^\circ$를 사용해야 한다. 또한 장력 전체를 곧바로 무게 $30N$와 같다고 두면 안 된다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 각도의 기준 방향을 확인하고, 장력을 수평·연직 성분으로 분해한 뒤 각 방향의 평형식을 세운다. 연직 기준 각이 θ이면 장력의 연직 성분은 $T\cos\theta$이다.

암기 포인트

연직 기준 각 θ: $T\cos\theta = mg$, 따라서 $T = mg/\cos\theta$이다.

NoteBase

문 19. 보어의 수소원자 모형에서 양자수 n에 따른 전자의 에너지 E_n은 바닥상태의 에너지가 $-E_0$일 때 $E_n = -\frac{E_0}{n^2}$이다. 전자가 $n=2$인 상태로 전이하면서 방출하는 빛의 진동수들 중에서 제일 큰 것을 제일 작은 것으로 나눈 값은?

① $\frac{3}{2}$ ② $\frac{9}{5}$

③ 2 ④ $\frac{11}{4}$

정답 2번

출제 포인트

수소 원자의 에너지 준위 차이와 광자 에너지 $h\nu = \Delta E$를 이용해, $n = 2$로 전이할 때 방출되는 빛의 최대 진동수와 최소 진동수의 비를 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 에너지 준위는 $E_n = -\frac{E_0}{n^2}$이다.
구해야 할 값은 $n = 2$로 전이하면서 방출되는 빛의 진동수 중 최댓값을 최솟값으로 나눈 비이다.
가장 작은 에너지 차이는 바로 위 준위인 $n = 3$에서 $n = 2$로 전이할 때 생기고, 가장 큰 에너지 차이는 시작 준위가 $n \to \infty$일 때의 극한이다.

사용할 공식

방출되는 광자의 에너지는 두 준위의 에너지 차이이므로

hν=E_n_i-E_2=E_0≤ft(14-(1)/(n_i^2))

이다. 진동수의 비에서는 공통인 E_0/h가 약분되므로 에너지 차이의 비만 계산하면 된다.

NoteBase

계산 과정

1. 최소 진동수는 $n_i = 3$에서 $n = 2$로 전이할 때이다.
h_=E_0≤ft(14-19)=(5E_0)/(36)
2. 최대 진동수는 $n_i \to \infty$에서 $n = 2$로 전이할 때의 극한이다.
h_=E_0≤ft(14-0)=(E_0)/(4)
3. 두 진동수의 비는
(_)/(_)=(E_0/4)/(5E_0/36)=95
이다.

선지 판단

① X — 32는 계산된 비 95와 일치하지 않는다. 올바른 값은 95이다.
② O — 최대 진동수와 최소 진동수의 비가 95이므로 옳다.
③ X — 2는 계산된 비 95와 일치하지 않는다. 올바른 값은 95이다.
④ X — $\frac{11}{4}$는 계산된 비 95와 일치하지 않는다. 올바른 값은 95이다.

오답 포인트

최대 진동수를 구할 때 가장 높은 유한한 양자수를 임의로 정하면 안 된다. n에는 상한이 없으므로 $n_i \to \infty$의 극한을 사용한다. 최소 진동수는 에너지 차이가 가장 작은 인접 준위 $n = 3 \to 2$에서 나온다.

다시 나오면 이렇게 판단

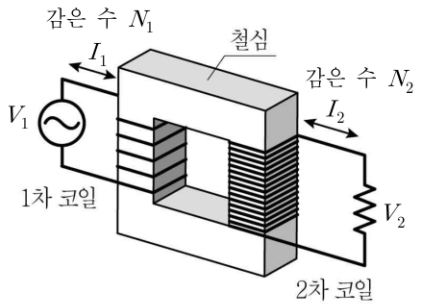
특정 준위로 내려오는 전이들의 진동수 범위를 묻는 경우, 최소값은 바로 위 준위에서의 전이로 구하고 최대값은 시작 준위를 무한대로 보낸 극한으로 구한다. 그다음 $h\nu = \Delta E$에 따라 에너지 차이의 비를 계산한다.

암기 포인트

$n = 2$로 내려오는 빛은 $3 \to 2$에서 진동수가 가장 작고, $\infty \to 2$의 극한에서 가장 크다.

NoteBase

문 20. 그림은 감은 수 N_1인 1차 코일에 전압 V_1인 교류전원장치를 연결한 이상적인 변압기의 구조를 나타낸 것이다. 2차 코일에는 전압과 감은 수가 각각 V_2, $3N_1$일 때, 이에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?



① 패러데이의 전자기 유도 현상을 이용한 것이다.

② 2차 코일에 걸리는 전압 V_2는 V_1의 3배이다.

③ 코일에 흐르는 교류전류의 세기는 I_2가 I_1의 3배이다.

④ 1차 코일과 2차 코일에 흐르는 교류전류의 진동수는 같다.

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 이상적인 변압기에서 코일의 감은 수와 전압·전류의 관계를 판단하는 문제이다. 도식에서 2차 코일의 감은 수가 1차 코일의 3배이므로 전압은 3배가 되고 전류는 3분의 1이 된다.

NoteBase

선지별 해설

① O

변압기는 1차 코일에 흐르는 교류가 철심의 자기 선속을 변화시키고, 이 변화가 2차 코일에 유도 기전력을 만드는 패러데이의 전자기 유도 현상을 이용한다.

② O

이상적인 변압기에서는 $\frac{V_2}{V_1} = \frac{N_2}{N_1}$이다. $N_2 = 3N_1$이므로 $V_2 = 3V_1$이다.

③ X

틀린 표현은 'I_2가 I_1의 3배'라는 부분이다. 이상적인 변압기에서는 입력 전력과 출력 전력이 같아 $V_1 I_1 = V_2 I_2$이고, 따라서 $\frac{I_2}{I_1} = \frac{N_1}{N_2} = \frac{1}{3}$이다. 올바르게는 I_2가 I_1의 3분의 1이다.

④ O

변압기는 교류의 전압과 전류의 크기를 바꾸지만 주파수를 바꾸지는 않는다. 따라서 1차 코일과 2차 코일에 흐르는 교류의 진동수는 같다.

오답 포인트

감은 수가 3배이면 전압도 3배이지만 전류까지 3배가 되는 것은 아니다. 이상적인 변압기에서는 전력이 보존되므로 전압이 커지는 만큼 전류는 작아진다. ③은 전압비와 전류비의 방향을 같다고 본 함정이다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 $V_2/V_1 = N_2/N_1$로 전압비를 구하고, 이어서 $I_2/I_1 = N_1/N_2$로 전류비가 감은 수의 비와 반대임을 확인한다. 변압기 전후의 교류 진동수는 같다고 판단한다.

암기 포인트

이상적 변압기에서는 전압비는 감은 수의 비와 같고, 전류비는 감은 수의 비의 역수이며, 진동수는 변하지 않는다.