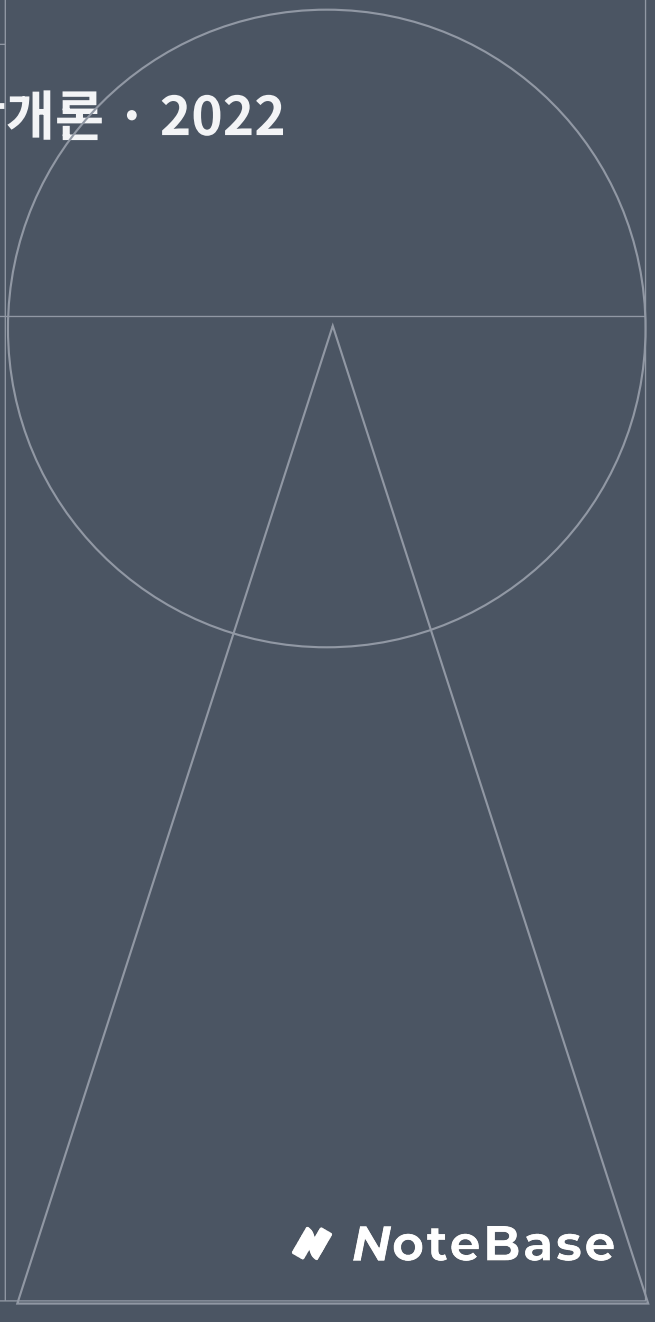
기출OX 해설집

공무원/지방직/7급 · 물리학개론 · 2022



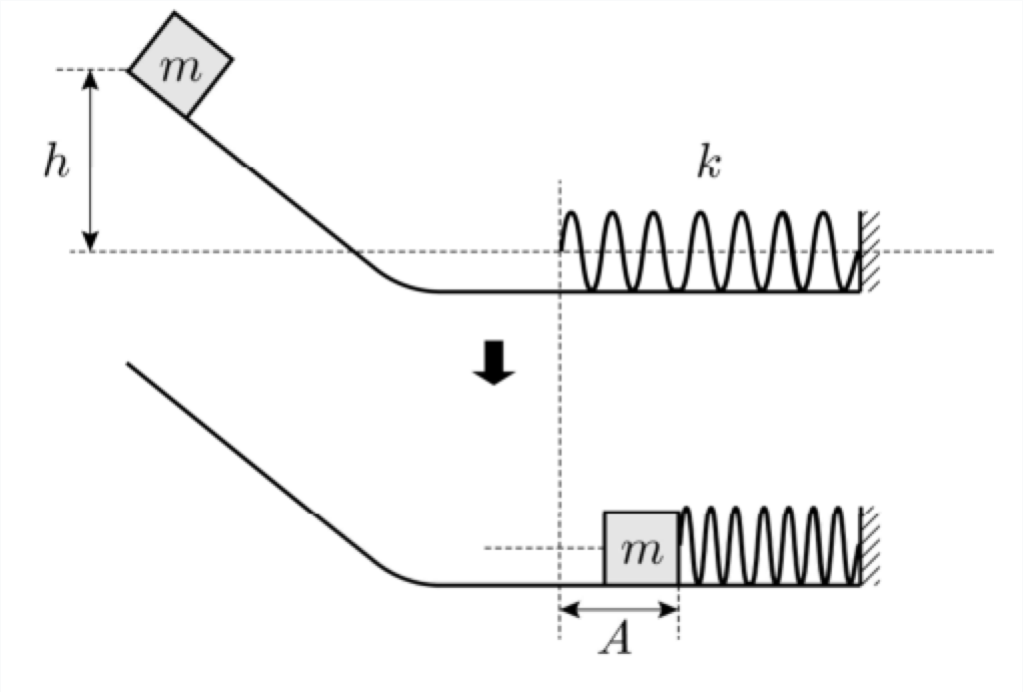
NoteBase

기출OX 해설집

공무원/지방직/7급 · 물리학개론 · 2022

공무원/지방직/7급 · 물리학개론 · 2022

문 1. 그림과 같이 질량 m인 물체를 경사면에 가만히 놓았더니 물체는 중력에 의해 h만큼 내려가서 용수철을 압축하였다. 이때 용수철의 압축된 부분의 최대 길이 A는? (단, 용수철 상수는 k, 중력가속도는 g이고, 모든 마찰과 용수철의 질량 및 물체의 크기는 무시한다)



① $\sqrt{\frac{mgh}{k}}$
② $\sqrt{\frac{2mgh}{k}}$
③ $\frac{mgh}{k}$
④ $\frac{2mgh}{k}$

정답 2번

출제 포인트

마찰이 없는 경사면과 수평면에서 중력 위치에너지 mgh가 용수철의 탄성 위치에너지로 전환되는 에너지 보존을 묻는 문제이다.

NoteBase

조건 정리

물체는 높이 h에서 정지 상태로 출발하고, 용수철이 최대 압축될 때 다시 순간적으로 정지한다. 모든 마찰이 없으므로 역학적 에너지가 보존된다.

사용할 공식

중력 위치에너지는 mgh, 용수철의 탄성 위치에너지는 $\frac{1}{2}kA^2$이다. 출발점과 최대 압축점에서 물체의 운동에너지가 모두 0이므로, 감소한 중력 위치에너지 전체가 탄성 위치에너지가 된다.

계산 과정

에너지 보존식은 $mgh = \frac{1}{2}kA^2$이다. 따라서 $A^2 = \frac{2mgh}{k}$이고, 길이는 양수이므로 $A = \sqrt{\frac{2mgh}{k}}$ 이다.

선지 판단

① X: $\sqrt{\frac{mgh}{k}}$ 는 에너지식의 $\frac{1}{2}$를 빠뜨린 값이다. 틀린 표현 → 올바르게는 $A = \sqrt{\frac{2mgh}{k}}$ 이다.
② O: 에너지 보존식에서 얻는 최대 압축 길이 $A = \sqrt{\frac{2mgh}{k}}$ 와 일치한다.
③ X: $\frac{mgh}{k}$는 길이가 아니며, 실제로는 A^2의 절반에 해당한다. 틀린 표현 → 올바르게는 $A = \sqrt{\frac{2mgh}{k}}$ 이다.
④ X: $\frac{2mgh}{k}$는 최대 압축 길이 A가 아니라 A^2의 값이다. 틀린 표현 → 올바르게는 그 제곱근을 취한 $A = \sqrt{\frac{2mgh}{k}}$ 이다.

오답 포인트

①은 용수철 에너지의 $\frac{1}{2}$를 누락한 함정이고, ③·④는 A^2를 구한 뒤 제곱근을 취하지 않은 함정이다. 특히 ④의 $\frac{2mgh}{k}$는 계산 중간 결과라서 최종 길이와 구별해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

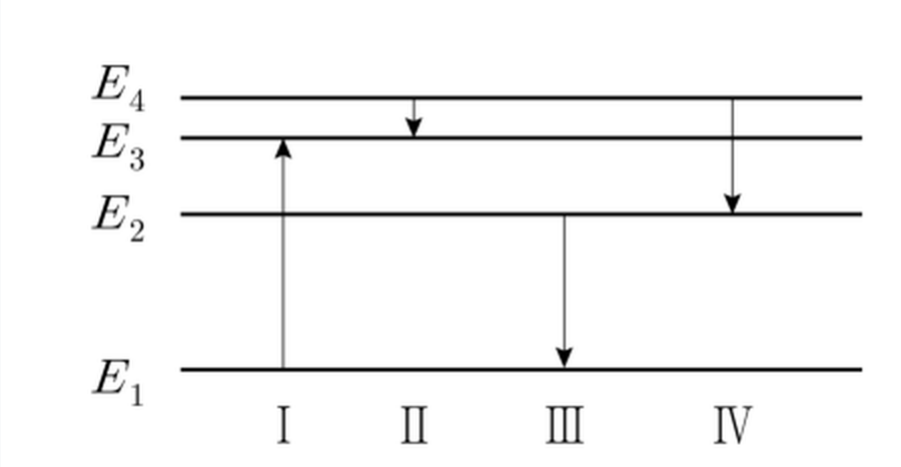
마찰이 없고 출발점과 끝점이 정지 상태이면 두 지점의 위치에너지·탄성 위치에너지만 비교한다. 용수철 항에 A^2가 있으므로 식을 푼 뒤 길이 A를 얻기 위해 제곱근을 취한다.

암기 포인트

낙하 높이 h와 용수철 최대 압축은 $mgh = \frac{1}{2}kA^2$, 즉 $A = \sqrt{\frac{2mgh}{k}}$로 연결된다.

NoteBase

문 2. 그림은 수소 원자의 에너지 준위 모식도이다. I ~ IV로 표시된 전이 중 방출되는 광자의 파장이 가장 긴 전이는?



① I

② II

③ III

④ IV

정답 2번

출제 포인트

수소 원자의 에너지 준위 전이에서 방출 광자의 파장과 에너지 차의 관계를 판단하는 문제이다. 방출 광자의 에너지는 두 준위의 에너지 차와 같고, 에너지 차가 작을수록 파장이 길어진다.

조건 정리

I은 $E_1 \rightarrow E_3$의 위쪽 전이이므로 광자를 흡수하는 전이이다. II는 $E_4 \rightarrow E_3$, III는 $E_2 \rightarrow E_1$, IV는 $E_4 \rightarrow E_2$의 아래쪽 전이이므로 광자를 방출한다. 그림에서 E_4와 E_3 사이의 간격이 방출 전이들 가운데 가장 작다.

사용할 공식

$\Delta E = hf = \frac{hc}{\lambda}$

방출 광자의 에너지 ΔE는 전이 전후 에너지 차이고, $\lambda = hc/\Delta E$이므로 ΔE와 λ는 반비례한다.

계산 과정

1. 아래쪽 화살표인 II, III, IV만 광자 방출 전이로 고른다.
2. 가장 긴 파장은 가장 작은 ΔE에 대응한다.
3. II의 $E_4 \rightarrow E_3$ 전이가 가장 작은 에너지 차이이므로 II에서 방출되는 광자의 파장이 가장 길다.

NoteBase

선지 판단

① X: I은 $E_1 \rightarrow E_3$의 위쪽 전이로, 광자를 방출하는 전이가 아니라 흡수하는 전이이다. I → 방출 전이로 판단한 것이 틀렸고, 올바르게는 I → 흡수 전이이다.
② O: II는 $E_4 \rightarrow E_3$ 전이이며, 방출 전이 중 에너지 차가 가장 작다. 따라서 $\lambda = hc/\Delta E$에 따라 파장이 가장 길다.
③ X: III는 $E_2 \rightarrow E_1$ 전이로 에너지 차가 매우 크다. III → 가장 긴 파장으로 판단한 것이 틀렸고, 올바르게는 큰 에너지 차에 대응하므로 더 짧은 파장이다.
④ X: IV는 $E_4 \rightarrow E_2$ 전이로 II보다 에너지 차가 크다. IV → 가장 긴 파장으로 판단한 것이 틀렸고, 올바르게는 II보다 짧은 파장이다.

오답 포인트

화살표가 위를 향하는 I까지 방출 전이로 세는 경우가 많다. 또 아래쪽 전이의 화살표 길이가 길수록 파장도 길다고 혼동하기 쉽지만, 파장은 에너지 차에 반비례한다.

다시 나오면 이렇게 판단

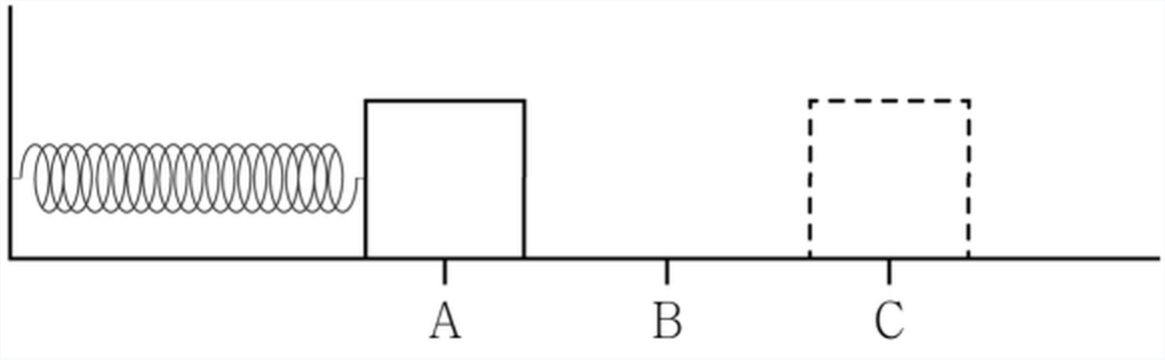
먼저 화살표 방향으로 흡수와 방출을 구분한다. 그다음 방출 전이만 비교하여 에너지 준위 간격이 가장 작은 전이를 고르면 가장 긴 파장을 판단할 수 있다.

암기 포인트

방출은 아래쪽, 긴 파장은 작은 ΔE이다.

NoteBase

문 3. 그림은 마찰이 없는 평면에서 용수철에 달린 물체가 단진동하는 것을 나타낸다. 물체가 용수철에 연결된 상태로 정지해 있을 때의 위치가 B이고, 물체를 C 위치까지 당겨서 가만히 놓아 A, C 사이에서 단진동을 하도록 했을 때, 이 물체의 운동에 대한 설명으로 옳은 것만을 모두 고르면?



ㄱ. 물체의 속력은 B에서 가장 크다.

ㄴ. 물체의 가속도 크기는 B에서 가장 작다.

ㄷ. 물체에 작용하는 알짜힘의 크기는 A, B, C에서 모두 같다.

① ㄱ, ㄴ

② ㄱ, ㄷ

③ ㄴ, ㄷ

④ ㄱ, ㄴ, ㄷ

정답 1번

출제 포인트

평형 위치 B를 기준으로 하는 용수철의 단순 조화 운동에서 속력, 가속도, 알짜힘의 크기를 판단하는 문제이다. 변위를 x라 하면 평형 위치에서는 $x = 0$이고, 양끝 A와 C에서는 변위의 크기가 최대이다.

조건 정리

B는 물체가 용수철에 연결된 채 정지하는 평형 위치이다. A와 C는 운동의 양끝 위치이므로 순간 속력이 0인 전환점이다. 마찰이 없으므로 역학적 에너지가 보존된다.

사용할 공식

용수철의 알짜힘과 가속도는 각각 $F = -kx$, $a = -\frac{k}{m}x$이다. 또한 $v^2 = \omega^2(x_{\max}^2 - x^2)$이므로 $|x|$가 작을수록 속력은 크다. 평형 위치로부터의 변위가 힘·가속도를 결정하고, 에너지 보존이 속력을 결정하므로 이 식들을 사용한다.

NoteBase

계산 과정

1. B에서는 $x = 0$이므로 $F = 0$, $a = 0$이다. 이때 탄성 퍼텐셜 에너지가 가장 작아 속력이 최대이다.
2. A와 C에서는 $|x| = x_{max}$이므로 $v = 0$이고, 알짜힘과 가속도의 크기는 각각 kx_{max}, $\frac{k}{m}x_{max}$로 최대이다.
3. 따라서 ㄱ과 ㄴ은 옳고, A·B·C에서 알짜힘의 크기가 같다는 ㄷ은 옳지 않다.

선지 판단

① O: ㄱ의 '속력은 B에서 가장 크다'와 ㄴ의 '가속도 크기는 B에서 가장 작다'가 모두 옳다. B에서는 속력이 최대이고 가속도는 0이다.
② X: ㄷ을 옳다고 판단한 부분이 틀렸다. 알짜힘의 크기는 A와 C에서 kx_{max}로 같고 B에서는 0이므로, A·B·C에서 모두 같지 않다. 또한 ㄴ을 빠뜨렸다.
③ X: ㄷ을 옳다고 판단한 부분이 틀렸다. 올바르게는 알짜힘의 크기가 B에서 최소이고 A와 C에서 최대이다. 또한 ㄱ을 빠뜨렸다.
④ X: ㄷ이 포함되어 틀렸다. ㄷ의 'A, B, C에서 모두 같다'는 표현은 'A와 C에서 같고 B에서는 0이다'로 고쳐야 한다.

오답 포인트

A와 C는 서로 대칭인 양끝 위치이므로 두 지점의 알짜힘 크기는 같지만, 평형 위치 B의 알짜힘은 0이다. 'A와 C가 같다'는 사실을 'A, B, C가 모두 같다'로 확대하면 ㄷ을 옳게 판단하게 된다.

다시 나오면 이렇게 판단

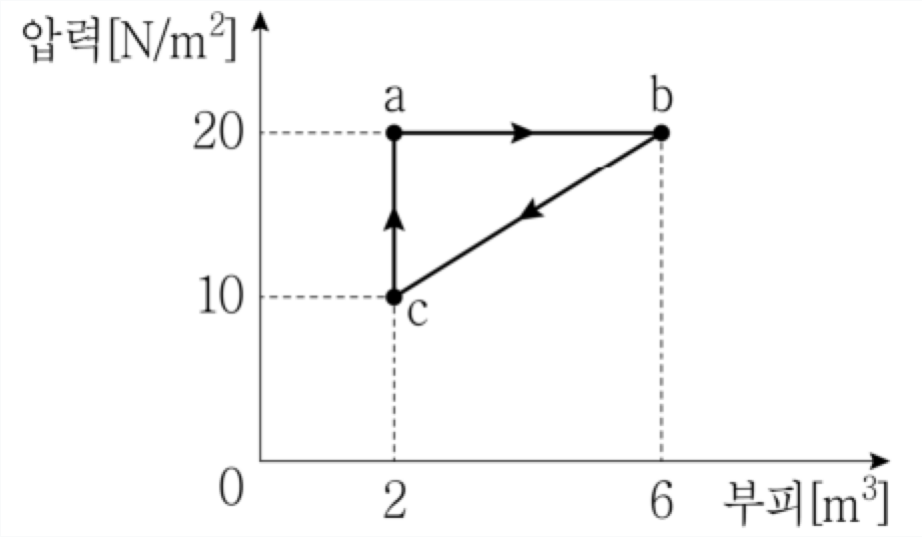
단순 조화 운동에서는 먼저 평형 위치를 $x = 0$으로 둔다. 속력은 평형 위치에서 최대, 가속도와 알짜힘의 크기는 평형 위치에서 최소이고 양끝 위치에서 최대라고 판단한다.

암기 포인트

평형 위치: v 최대, $|a| \cdot |F|$ 최소(0) / 양끝 위치: $v = 0$, $|a| \cdot |F|$ 최대이다.

NoteBase

문 4. 그림은 닫힌 용기 안에서 기체가 a → b → c → a로 순환할 때의 압력-부피 관계를 나타낸 그래프이다. 한 번의 순환과정 동안 용기 안의 기체에 열로서 전달되는 알짜 에너지[J]는?



① 0

② 10

③ 20

④ 40

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 순환과정에서 내부에너지 변화가 0임을 이용하여 알짜 열에너지와 기체가 한 일의 관계를 구하는 문제이다.

조건 정리

상태점은 a: 압력 $20N/m^2$, 부피 $2m^3$, b: 압력 $20N/m^2$, 부피 $6m^3$, c: 압력 $10N/m^2$, 부피 $2m^3$이다. 기체는 a → b → c → a로 한 바퀴 돌아 처음 상태로 되돌아온다.

사용할 공식

열역학 제1법칙을 $\Delta U = Q - W$로 두면, 한 순환과정에서는 $\Delta U = 0$이므로 $Q = W$이다. 따라서 기체에 열로 전달된 알짜 에너지는 PV 그래프에서 기체가 한 일, 즉 순환 경로가 둘러싼 부호 있는 넓이와 같다. 압력과 부피의 곱 $(N/m^2) \cdot m^3$는 J이다.

NoteBase

계산 과정

a → b → c → a 경로는 시계 방향이므로 기체가 한 일은 양수이다. 둘러싼 도형은 밑변 $6-2=4m^3$, 높이 $20-10=10N/m^2$인 삼각형이다.
$W=\frac{1}{2}\times 4m^3\times 10N/m^2=20J$
순환과정에서는 $Q=W$이므로 알짜 열에너지는 $20J$이다.

선지 판단

① X: 알짜 열에너지는 0 J가 아니다. 순환과정에서는 내부에너지 변화만 0이고, 시계 방향 PV 순환의 알짜 일은 20 J이다. 틀린 표현인 '0 J'는 '20 J'로 고쳐야 한다.
② X: 알짜 열에너지는 10 J가 아니다. 삼각형 넓이를 계산할 때 밑변 4와 높이 10을 모두 반영하면 20 J가 된다. 틀린 표현인 '10 J'는 '20 J'로 고쳐야 한다.
③ O: 순환 경로가 둘러싼 삼각형의 넓이가 20 J이고, 순환과정에서는 $Q=W$이므로 알짜 열에너지는 20 J이다.
④ X: 알짜 열에너지는 40 J가 아니다. 40 J는 삼각형 넓이에서 1/2를 빠뜨려 직사각형 넓이로 계산한 값이다. 틀린 표현인 '40 J'는 '20 J'로 고쳐야 한다.

오답 포인트

'순환과정이므로 0'이라고 판단하면 내부에너지 변화 ΔU와 열량 Q을 혼동하게 된다. 0이 되는 것은 ΔU이며, 알짜 열량은 PV 경로가 둘러싼 넓이이다. 또한 삼각형 넓이의 1/2를 빼뜨리면 40 J가 된다.

다시 나오면 이렇게 판단

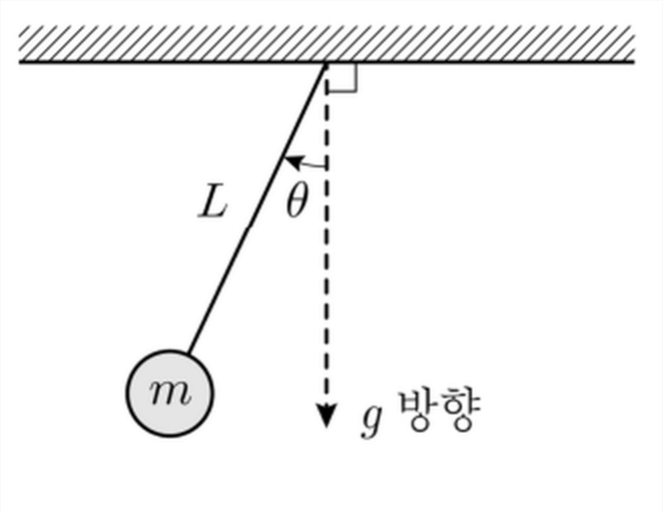
PV 순환그래프에서는 먼저 처음과 끝 상태가 같은지 확인하여 $\Delta U=0$을 적용한다. 이어서 진행 방향으로 일의 부호를 정하고, 경로가 둘러싼 도형의 넓이를 계산하여 $Q=W$로 알짜 열량을 구한다.

암기 포인트

순환과정: $\Delta U=0$, $Q=W$, PV 그래프의 둘러싼 넓이 = 알짜 일이다. 시계 방향이면 W와 Q가 양수이다.

NoteBase

문 5. 그림과 같이 질량 m인 질점이 길이 L인 줄로 천장에 매달려 천장과 수직한 평면상에서 진자운동하고 있다. 이 운동의 각가속도 $\left(\frac{d^2\theta}{dt^2}\right)$는? (단, 중력가속도는 g이고, 모든 저항력과 마찰력은 없다고 가정하며 줄의 질량은 무시한다)



① $\frac{g}{L}\sin\theta$

② $-\frac{g}{L}\sin\theta$

③ $\frac{g}{L}\cos\theta$

④ $-\frac{g}{L}\cos\theta$

정답 2번

출제 포인트

단진자의 접선 방향 운동 방정식으로 각가속도를 구하는 문제이다. 중력의 접선 성분이 평형 위치를 향하는 복원력이 된다.

조건 정리

질점의 질량은 m, 줄의 길이는 L, 수직 아래쪽 평형선으로부터 왼쪽으로 기울어진 각은 θ이다. 장력은 줄 방향이므로 접선 방향 운동에는 기여하지 않는다.

사용할 공식

접선 방향 가속도는 $a_t = L\ddot{\theta}$이고, 중력의 접선 방향 성분은 $-mg\sin\theta$이다. 따라서 $mL\ddot{\theta} = -mg\sin\theta$를 사용한다. 마이너스 부호는 변위와 반대 방향으로 작용하는 복원력임을 뜻한다.

NoteBase

계산 과정

1. 접선 방향에는 장력 성분이 없고 중력의 접선 성분만 작용한다.
2. 뉴턴의 운동 법칙을 접선 방향에 적용하면 $mL\ddot{\theta} = -mg\sin\theta$이다.
3. m을 약분하면 $\ddot{\theta} = -\frac{g}{L}\sin\theta$이다.

선지 판단

① X. $+\frac{g}{L}\sin\theta$는 각가속도의 부호가 반대이다. 틀린 표현: 양의 부호 → 올바르게는 $-\frac{g}{L}\sin\theta$이다.
② O. 중력의 접선 성분이 $-mg\sin\theta$이므로 $\ddot{\theta} = -\frac{g}{L}\sin\theta$이다.
③ X. $\frac{g}{L}\cos\theta$는 각가속도의 식이 아니다. $g\cos\theta$는 중력의 줄 방향 성분과 관련되며, 틀린 표현: $\cos\theta$ → 올바르게는 접선 성분에 따른 $-\sin\theta$이다.
④ X. $-\frac{g}{L}\cos\theta$도 삼각함수가 잘못되었다. $\theta = 0$에서 이 식은 0이 아닌 각가속도를 주지만, 평형 위치에서는 각가속도가 0이어야 한다. 틀린 표현: $\cos\theta$ → 올바르게는 $\sin\theta$이다.

오답 포인트

①은 복원력의 마이너스 부호를 빼뜨린 선택지이다. ③, ④는 줄 방향 성분인 $\cos\theta$와 접선 방향 성분인 $\sin\theta$를 혼동하게 만든 선택지이다.

다시 나오면 이렇게 판단

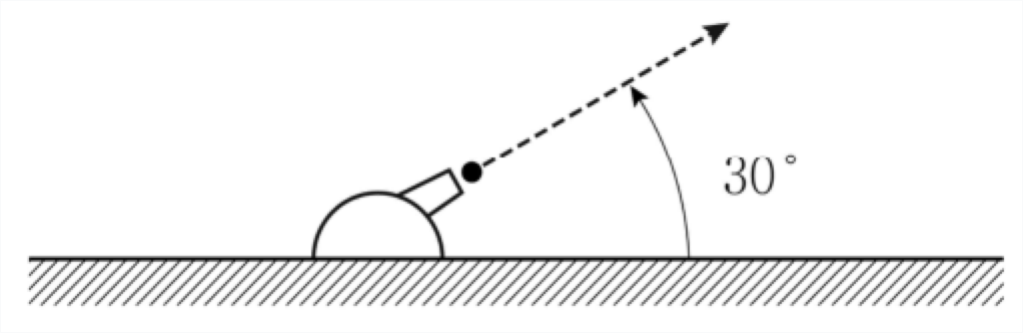
진자 문제에서는 먼저 줄 방향과 접선 방향을 분리한다. 접선 방향에 중력을 투영하여 $-mg\sin\theta$를 쓰고, $a_t = L\ddot{\theta}$와 연결해 부호까지 판단한다.

암기 포인트

진자 각운동: $\ddot{\theta} = -\frac{g}{L}\sin\theta$. $\sin\theta$는 접선 성분, 마이너스는 평형점으로의 복원 방향이다.

NoteBase

문 6. 그림과 같이 미끄럽고 수평한 빙판 위에 멈춰선 대포가 지면으로부터 30° 방향으로 포탄을 발사한다. 대포 자체의 질량은 100kg이고 포탄의 질량은 2kg이다. 발사 직후 대포의 운동에너지는 포탄의 운동에너지의 몇 퍼센트인가? (단, 대포는 마찰 없이 빙판 위를 미끄러지고, 포신의 길이는 무시한다)



① 0.5 %

② 1.0 %

③ 1.5 %

④ 2.0 %

정답 3번

출제 포인트

수평으로 미끄러지는 대포-포탄 계에서 수평 방향 운동량 보존을 적용하여, 대포와 포탄의 운동에너지 비를 구하는 문제이다.

조건 정리

대포의 질량은 $M = 100kg$, 포탄의 질량은 $m = 2kg$이다. 포탄은 수평선과 30°를 이루어 발사된다. 빙판은 수평으로 매끄러우므로 외력이 없는 수평 방향에서만 운동량이 보존된다.

사용할 공식

발사 전 전체 운동량은 0이므로 수평 방향 운동량 보존식은 $MV = mv\cos 30°$이다. 수직 방향에는 바닥의 수직항력이 작용하므로 운동량 보존식을 세우지 않는다.

계산 과정

1. 운동량 보존식에서 대포의 반동 속력은 $V = (m/M)v\cos 30°$이다.
2. 운동에너지의 비는 (K_대포)/(K_포탄)=(12MV^2)/(12mv^2)=(M)/(m)≤ft((m)/(M)30^)^2=(m)/(M)^2 30^이다.
3. 따라서 (K_대포)/(K_포탄)=(2)/(100)×34=0.015=1.5\%이다.

NoteBase

선지 판단

① X: 대포의 운동에너지는 포탄의 0.5%가 아니다. 틀린 표현 '0.5%' → 올바르게는 '1.5%'이다. $\cos^2 30^\circ = 3/4$를 반영하지 않으면 이와 다른 값이 나온다.
② X: 대포의 운동에너지는 포탄의 1.0%가 아니다. 틀린 표현 '1.0%' → 올바르게는 '1.5%'이다. 질량비 $m/M = 2/100$만으로 비를 정하면 발사각의 수평 성분을 빠뜨리게 된다.
③ O: 계산 결과가 1.5%이므로 옳다.
④ X: 대포의 운동에너지는 포탄의 2.0%가 아니다. 틀린 표현 '2.0%' → 올바르게는 '1.5%'이다. 운동에너지 비에는 $\cos^2 30^\circ$가 곱해지므로 질량비 2.0%보다 작다.

오답 포인트

포탄이 비스듬히 발사되어도 대포는 수평으로만 움직이므로 운동량 보존에는 포탄 속도의 수평 성분 $v\cos 30^\circ$만 사용한다. 또한 속도를 제곱하는 운동에너지 비에서는 $\cos 30^\circ$가 아니라 $\cos^2 30^\circ$가 된다.

다시 나오면 이렇게 판단

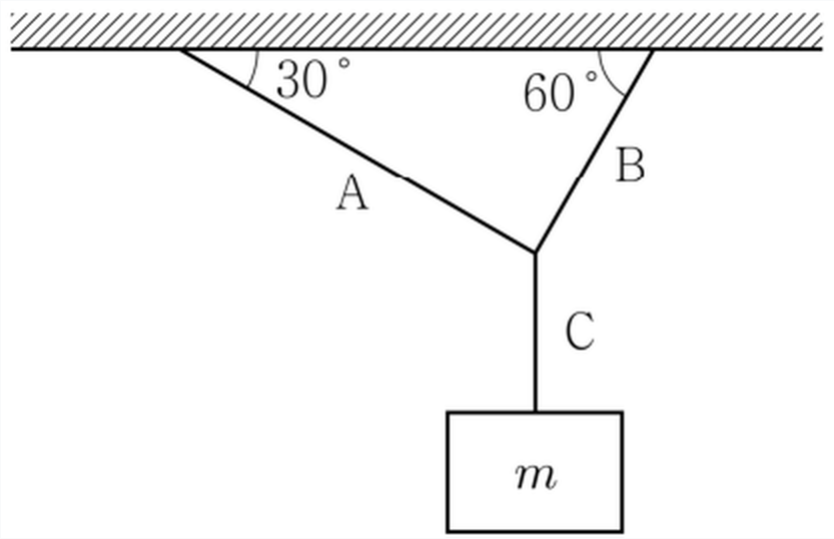
반동 문제가 수평면에서 일어나면 먼저 보존되는 방향을 정하고, 그 방향의 운동량 보존으로 각 물체의 속도를 연결한다. 이어서 운동에너지 비에 속도를 대입하여 질량비와 각도 항을 함께 계산한다.

암기 포인트

비스듬한 발사에서 반동 에너지비는 K_대포/K_포탄=(m/M)^2θ이다.

NoteBase

문 7. 질량이 m인 물체가 그림과 같이 수평한 천장에 줄 A, B, C로 고정되어 매달려 있다. 각각의 줄에 걸리는 장력을 T_A, T_B, T_C라 할 때 각 줄에 걸리는 장력의 비 $T_A : T_B : T_C$는? (단, 줄의 질량은 무시한다)



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

정답 1번

출제 포인트

매듭에 작용하는 세 장력의 수평·수직 평형 조건을 이용하여 장력의 비를 구하는 문제이다.

조건 정리

물체가 정지해 있으므로 줄 C의 장력은 $T_C = mg$이다. 매듭에서는 줄 A가 수평선과 30°, 줄 B가 수평선과 60°를 이룬다.

사용할 공식

매듭이 정지해 있으므로 $\sum F_x = 0$, $\sum F_y = 0$이다. 수평 성분은 서로 반대 방향으로 같고, 두 줄의 위쪽 성분 합은 아래쪽의 T_C와 같다.

NoteBase

계산 과정

수평 평형에서 $T_A\cos 30^\circ = T_B\cos 60^\circ$이므로 $T_B = \sqrt{3}T_A$이다.
수직 평형에서 $T_A\sin 30^\circ + T_B\sin 60^\circ = T_C$이다.
따라서 12T_A+√(3)2(√(3)T_A)=T_C, 즉 $2T_A = T_C$이다.
그러므로 T_A=12T_C, T_B=√(3)2T_C이어서 T_A:T_B:T_C=12:√(3)2:1이다.

선지 판단

① O: 계산한 장력비 12:√(3)2:1과 일치한다.
② X: T_A와 T_B의 크기가 뒤바뀌었다. 틀린 표현 √(3)2:12:1 → 올바르게는 12:√(3)2:1이다.
③ X: T_B를 T_C와 같게 둔 비이다. 틀린 표현 12:1:√(3)2 → 올바르게는 12:√(3)2:1이다.
④ X: 세 장력을 실제 비의 2배가 아닌 값으로 잘못 비교한 비이다. 틀린 표현 1:√(3)2:2 → 올바르게는 12:√(3)2:1이다.

오답 포인트

줄이 수평과 이루는 각을 사용해야 한다. ②처럼 A와 B의 각에 대응하는 성분을 바꾸거나, ③처럼 경사진 줄의 장력을 수직 줄의 장력과 같게 두면 수평 평형이 성립하지 않는다.

다시 나오면 이렇게 판단

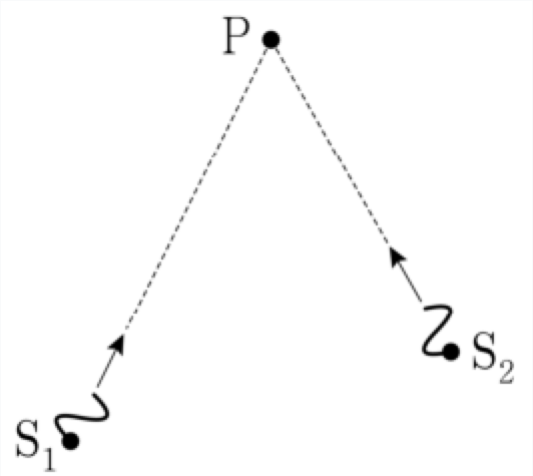
매듭 문제에서는 먼저 매달린 물체로부터 수직 줄의 장력을 정한 뒤, 매듭에 대해 수평 성분 평형과 수직 성분 평형을 각각 세운다. 각도가 수평 기준이면 수평 성분에는 cos, 수직 성분에는 sin을 쓴다.

암기 포인트

수평 기준 각도에서는 가로가 $T\cos\theta$, 세로가 $T\sin\theta$이다.

NoteBase

문 8. 그림과 같이 균일한 매질 내에서 파원 S_1, S_2는 동시에 동일한 파동을 같은 위상으로 발생하고, 이를 점 P에서 관측한다. S_1, S_2와 점 P 사이의 거리는 각각 $\overline{S_1P} = 30\text{cm}$, $\overline{S_2P} = 24\text{cm}$이다. 점 P에서 완전 보강간섭이 관측될 때 파장 λ_A와 완전 상쇄간섭이 관측될 때 파장 λ_B로 가능한 것을 바르게 짝 지은 것은?



① λ_A: 3cm, λ_B: 4cm

② λ_A: 3cm, λ_B: 6cm

③ λ_A: 4cm, λ_B: 6cm

④ λ_A: 4cm, λ_B: 8cm

정답 1번

출제 포인트

두 동위상 파원에서 점 P까지의 경로차로 완전 보강과 완전 상쇄의 조건을 판별하는 문제이다.

조건 정리

두 파원은 처음에 동위상이다. 경로차의 크기는 $\Delta r = |30cm - 24cm| = 6cm$이다. 동위상 파원의 완전 보강 조건은 $\Delta r = n\lambda$, 완전 상쇄 조건은 Δ r=(n+12)λ이며, $n = 0, 1, 2, \ldots$이다.

사용할 공식

완전 보강에서는 두 파가 P에서 다시 동위상이 되어야 하므로 경로차가 파장의 정수배이다. 완전 상쇄에서는 두 파의 위상차가 반 주기의 홀수배가 되어야 하므로 경로차가 파장의 반정수배이다.

계산 과정

보강 조건에 $\Delta r = 6cm$를 대입하면 $6cm = n\lambda_A$이다. $\lambda_A = 3cm$이면 $6cm = 2\lambda_A$이므로 완전 보강이 된다. 상쇄 조건에 대입하면 6 cm=(n+12)_B이다. $\lambda_B = 4cm$이면 6 cm=32_B이므로 완전 상쇄가 된다.

NoteBase

선지 판단

① O: $\lambda_A = 3cm$일 때 경로차는 $2\lambda_A$이고, $\lambda_B = 4cm$일 때 경로차는 32_B이다. 각각 완전 보강과 완전 상쇄 조건을 만족한다.
② X: $\lambda_A = 3cm$은 보강 조건을 만족하지만, $\lambda_B = 6cm$이면 경로차가 $1\lambda_B$이다. 틀린 표현은 $\lambda_B = 6cm$이며, 완전 상쇄가 되려면 $\lambda_B = 4cm$처럼 경로차가 반정수배가 되어야 한다.
③ X: $\lambda_A = 4cm$이면 경로차가 32_A이므로 보강이 아니라 상쇄 조건이다. 또한 $\lambda_B = 6cm$은 경로차가 정수배여서 상쇄 조건이 아니다. 틀린 표현은 $\lambda_A = 4cm$, $\lambda_B = 6cm$이며, 올바르게는 $\lambda_A = 3cm$, $\lambda_B = 4cm$이다.
④ X: $\lambda_A = 4cm$은 보강 조건을 만족하지 않는다. $\lambda_B = 8cm$이면 경로차가 34_B로 반정수배가 아니어서 상쇄 조건도 만족하지 않는다. 틀린 표현은 $\lambda_A = 4cm$, $\lambda_B = 8cm$이며, 올바르게는 $\lambda_A = 3cm$, $\lambda_B = 4cm$이다.

오답 포인트

②와 ③은 경로차가 파장의 정수배인 경우를 완전 상쇄로 잘못 판단하게 한다. 동위상 파원에서는 정수배가 보강, 반정수배가 상쇄라는 구분이 핵심이다.

다시 나오면 이렇게 판단

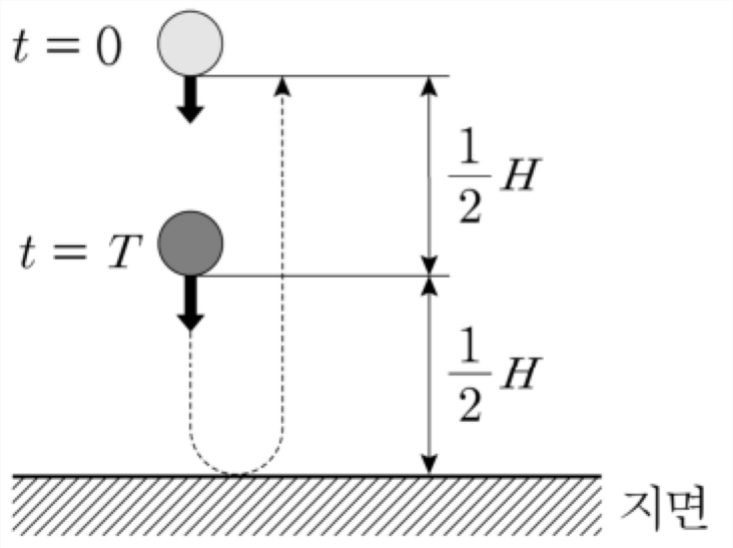
먼저 두 경로의 차 Δr를 구한다. 이어서 보강은 $\Delta r/\lambda$가 정수인지, 상쇄는 $\Delta r/\lambda$가 반정수인지 차례로 확인한다.

암기 포인트

동위상 두 파원에서는 정수배 경로차는 보강, 반정수배 경로차는 상쇄이다.

NoteBase

문 9. 그림과 같이 지면으로부터 높이 H인 곳에서 물체를 가만히 놓아 자유낙하시켰다. 물체가 $\frac{1}{2}H$만큼 낙하하는 데 걸리는 시간을 T라 하면, 그 나머지 높이를 낙하하여 바닥에 완전탄성충돌한 후 다시 원래 높이 H로 돌아오는 데 걸리는 시간은? (단, 물체의 크기, 충돌 시간은 무시한다)



① $2\sqrt{2}-1$T

② $\sqrt{2}+1$T

③ $3T$

④ $2\sqrt{2}+1$T

정답 1번

출제 포인트

자유낙하에서 이미 속도를 가진 물체의 남은 낙하 시간과, 완전탄성충돌 뒤 원래 높이까지 상승하는 시간을 구하는 문제이다.

조건 정리

처음 정지시킨 물체가 $H/2$만큼 떨어지는 시간이 T이다. 따라서 $H/2 = \frac{1}{2}gT^2$이므로 $H = gT^2$이다. $t = T$일 때 물체의 아래쪽 속력은 gT이며, 이후 바닥과 완전탄성충돌하므로 충돌 직후 속력의 크기는 충돌 직전과 같다.

사용할 공식

등가속도 운동식 $s = v_0t + \frac{1}{2}gt^2$와 $v = gt$를 사용한다. $t = T$ 이후의 낙하는 정지 상태에서 시작하지 않고 초기속력 gT를 가지므로, $s = \frac{1}{2}gt^2$만으로 남은 시간을 구할 수 없다.

NoteBase

계산 과정

1. $t = T$에서 바닥까지 남은 거리도 $H/2$이고 초기속력은 gT이다. 남은 낙하 시간을 t_1이라 하면 $H/2 = gTt_1 + \frac{1}{2}gt_1^2$이다.
2. $H = gT^2$를 대입하면 $T^2/2 = Tt_1 + t_1^2/2$, 즉 $t_1 = (\sqrt{2} - 1)T$이다.
3. 충돌 직후의 위쪽 속력은 바닥에 도달하기 직전의 속력과 같으므로, 물체는 높이 H까지 다시 올라간다. 상승 시간 t_2는 $H = \frac{1}{2}gt_2^2$에서 $t_2 = \sqrt{2}T$이다.
4. 따라서 $t = T$ 이후 원래 높이 H로 돌아오는 시간은 $t_1 + t_2 = (2\sqrt{2} - 1)T$이다.

선지 판단

① O: 남은 낙하 시간 $(\sqrt{2} - 1)T$와 충돌 뒤 상승 시간 $\sqrt{2}T$를 더하면 $(2\sqrt{2} - 1)T$이다.
② X: $(\sqrt{2} + 1)T$는 중간 지점 이후의 낙하도 정지 상태에서 시작한다고 보아 그 시간을 T로 처리한 값이다. 틀린 표현 $(\sqrt{2} + 1)T$ → 올바르게는 $(2\sqrt{2} - 1)T$이다.
③ X: $3T$는 남은 낙하 구간에서 이미 생긴 속력 gT를 반영하지 않은 값이다. 틀린 표현 $3T$ → 올바르게는 $(2\sqrt{2} - 1)T$이다.
④ X: $t = T$ 이후의 시간에는 이미 지난 첫 T를 더하지 않는다. 남은 낙하와 상승에 필요한 시간의 합만 계산한다. 틀린 표현 $(2\sqrt{2} + 1)T$ → 올바르게는 $(2\sqrt{2} - 1)T$이다.

오답 포인트

$H/2$씩 떨어지는 데 걸리는 시간이 항상 같다고 보는 함정이다. 두 번째 $H/2$ 낙하는 이미 아래쪽 속력 gT를 가진 상태에서 시작하므로 T보다 짧다. 또한 문제는 $t = T$ 이후의 시간을 물으므로 첫 T를 다시 합산하지 않는다.

다시 나오면 이렇게 판단

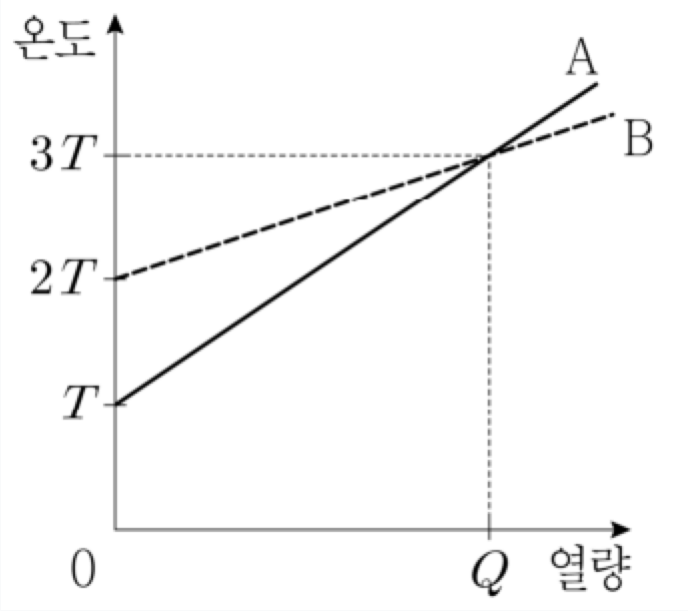
중간 지점 이후 운동은 그 순간의 위치와 속력을 새 초기조건으로 둔다. 자유낙하로 생긴 속력은 $v = gT$로 먼저 구하고, 남은 거리에는 $s = v_0t + \frac{1}{2}gt^2$를 적용한다. 완전탄성충돌 뒤에는 충돌 직전과 같은 속력의 크기로 위로 올라간다.

암기 포인트

자유낙하의 같은 거리라도 초기속력이 있으면 더 짧은 시간에 지난다. 완전탄성충돌은 속력의 크기는 유지하고 운동 방향만 바꾼다.

NoteBase

문 10. 그림은 질량이 각각 $2m$, m인 물질 A, B가 가열되면서 흡수한 열량에 따른 온도 변화를 나타낸 것이다. A의 비열이 c이면 B의 비열은?



① $0.5c$

② c

③ $2c$

④ $4c$

정답 4번

출제 포인트

같은 열량을 흡수할 때 열량 관계식 $Q = mc\Delta T$를 이용하여 비열을 비교하는 문제이다.

조건 정리

A의 질량은 $2m$, 비열은 c이다. B의 질량은 m, 비열은 c_B이다.
열량이 Q일 때 A는 T에서 $3T$로 변하므로 $\Delta T_A = 2T$이다. B는 $2T$에서 $3T$로 변하므로 $\Delta T_B = T$이다.

사용할 공식

온도 변화에 필요한 열량은 $Q = mc\Delta T$이다. 그래프의 가로축이 흡수한 열량이고 두 물질이 같은 Q에서 만나는 점을 이용하므로, 각 물질에 이 공식을 적용한 열량은 서로 같다.

NoteBase

계산 과정

A에 대해 $Q=(2m)c(2T)=4mcT$이다.
B에 대해 $Q=mc_BT$이다.
두 식을 같게 두면 $4mcT=mc_BT$이므로 $c_B=4c$이다.

선지 판단

① X: $0.5c$라는 표현은 계산 결과와 다르다. 올바르게는 B의 비열이 $4c$이다.
② X: c라는 표현은 질량과 온도 변화의 차이를 반영하지 못한다. 올바르게는 $4c$이다.
③ X: $2c$라는 표현은 A의 온도 변화가 $2T$이고 질량이 $2m$인 점을 하나만 반영한 값이다. 올바르게는 $4c$이다.
④ O: $c_B=4c$이므로 옳다.

오답 포인트

그래프의 기울기만 보고 비열을 비교하면 질량 차이를 빠뜨리기 쉽다. 이 문항에서는 A의 질량이 B의 2배이고, 같은 Q에서 A의 온도 변화도 B의 2배이므로 A가 흡수한 열량식의 계수는 $2\times2=4$가 된다.

다시 나오면 이렇게 판단

같은 열량 지점에서 각 물질의 m, ΔT, c를 읽어 $Q=mc\Delta T$를 각각 세운 뒤 두 열량식을 같게 놓고 미지의 비열을 구한다.

암기 포인트

같은 열량에서는 $c\propto 1/(m\Delta T)$이다. 질량과 온도 변화의 곱이 작을수록 비열은 크다.

NoteBase

문 11. 마찰이 없는 피스톤이 달린 실린더에 부피 4L, 1 기압, 27°C의 이상기체가 들어 있다. 실린더를 서서히 가열하여 기체의 온도가 327°C로 되었을 때 피스톤의 움직임이 멈추었다. 실린더 외부의 기압은 1 기압으로 유지되었고 기체는 실린더에서 누출되지 않았다. 이 기체의 상태 변화에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 실린더 내부 기체는 외부에 일을 하였다.

② 피스톤이 멈춘 후 내부 기체의 압력은 1 기압이다.

③ 실린더 내부 기체의 내부에너지는 변하지 않는다.

④ 피스톤이 멈춘 후 실린더 내부 기체의 부피는 8L이다.

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 마찰이 없는 피스톤에서의 등압 팽창과 이상기체의 내부에너지 성질을 함께 판단하는 문제이다.

조건 정리

초기 상태는 압력 1기압, 부피 $4L$, 온도 $27^\circ C = 300K$이다. 피스톤이 움직이는 동안에는 외부 압력이 1기압이고 가열이 매우 천천히 이루어지므로 내부 압력도 1기압으로 유지된다. 피스톤이 멈출 때의 온도는 $327^\circ C = 600K$이다.

사용할 공식

압력이 일정하고 기체의 양이 일정하면 V/T=일정이다. 또한 이상기체의 내부에너지 U는 절대온도 T만의 함수이므로, 온도가 변하면 내부에너지도 변한다.

계산 과정

피스톤이 움직이는 동안 $P = 1$기압으로 일정하므로 $\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$를 적용한다. 따라서 $V_2 = 4L \times \frac{600K}{300K} = 8L$이다. 부피가 $4L$에서 $8L$로 증가하므로 기체는 팽창하면서 외부에 일을 한다.

선지 판단

① O. 기체의 부피가 증가하여 피스톤을 밀었으므로 기체는 외부에 일을 한다.
② O. 피스톤이 천천히 움직이는 동안 내부 압력은 외부 압력과 같아 1기압이며, 멈추는 순간에도 1기압이다.
③ X. '내부에너지는 변하지 않는다'가 틀린 표현이다. 이상기체의 내부에너지는 절대온도만으로 결정되므로 온도가 $300K$에서 $600K$로 상승하면 내부에너지는 증가한다.
④ O. 등압 과정에서 절대온도가 2배가 되었으므로 부피도 2배가 되어 $8L$이다.

NoteBase

오답 포인트

섭씨온도 $27^\circ C$와 $327^\circ C$의 비를 그대로 쓰면 안 된다. 기체 법칙은 절대온도를 사용하므로 $300K$와 $600K$를 비교한다. 또한 팽창 과정이라도 이상기체의 온도가 변하면 내부에너지는 변한다.

다시 나오면 이렇게 판단

마찰 없는 피스톤이 천천히 움직이면 먼저 내부 압력과 외부 압력이 같은지 확인한다. 압력이 일정하면 온도를 켈빈으로 바꾸어 V/T 일정식을 적용하고, 이상기체의 내부에너지는 온도 변화만으로 판단한다.

암기 포인트

등압에서는 $V \propto T$, 이상기체에서는 $U \propto T$이다. 온도 2배이면 등압일 때 부피도 2배이고 내부에너지는 증가한다.

NoteBase

문 12. 초점 거리 24cm인 얇은 볼록(수렴)렌즈로부터 6cm 떨어진 광축상의 한 점에 어떤 물체를 놓았다. 이때 생기는 상의 위치와 종류는?

① 물체와 반대쪽으로 렌즈로부터 8cm 떨어진 곳, 실상

② 물체와 반대쪽으로 렌즈로부터 4cm 떨어진 곳, 실상

③ 물체와 같은 쪽으로 렌즈로부터 8cm 떨어진 곳, 허상

④ 물체와 같은 쪽으로 렌즈로부터 4cm 떨어진 곳, 허상

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 볼록렌즈의 얇은렌즈 방정식으로 상의 위치와 실상·허상을 판단하는 문제이다. 물체가 초점거리보다 렌즈에 가까우면 상은 물체와 같은 쪽에 생기는 허상이다.

조건 정리

주어진 값은 초점거리 $f = 24cm$, 물체거리 $d_o = 6cm$이다. 물체거리 $6cm$가 초점거리 $24cm$보다 작으므로, 상거리는 음수로 나와 물체 쪽의 허상임을 뜻한다.

사용할 공식

얇은렌즈 방정식은
$\frac{1}{f} = \frac{1}{d_o} + \frac{1}{d_i}$이다. 볼록렌즈에서 물체거리와 상의 위치를 함께 구하는 상황이므로 이 공식을 사용한다. 부호규약상 $d_i < 0$이면 상은 물체와 같은 쪽에 생기는 허상이다.

계산 과정

렌즈 방정식에 $f = 24cm$, $d_o = 6cm$를 대입한다.
$\frac{1}{24} = \frac{1}{6} + \frac{1}{d_i}$
따라서 $\frac{1}{d_i} = \frac{1}{24} - \frac{1}{6} = -\frac{1}{8}$이므로 $d_i = -8cm$이다. 음수 부호는 물체와 같은 쪽을 뜻하므로, 렌즈에서 $8cm$ 떨어진 곳에 허상이 생긴다.

선지 판단

① X: 거리는 $8cm$로 맞지만, 상은 물체의 반대쪽에 생기는 실상이 아니다. 틀린 표현 '물체와 반대쪽', '실상' → 올바르게는 '물체와 같은 쪽', '허상'이다.
② X: $d_i = -8cm$이므로 $4cm$도 아니고 물체 반대쪽의 실상도 아니다. 틀린 표현 '4 cm', '물체와 반대쪽', '실상' → 올바르게는 '8 cm', '물체와 같은 쪽', '허상'이다.
③ O: $d_i = -8cm$이므로 물체와 같은 쪽 렌즈로부터 $8cm$ 떨어진 곳에 허상이 생긴다.
④ X: 상의 종류와 쪽은 맞지만 거리가 다르다. 틀린 표현 '4 cm' → 올바르게는 '8 cm'이다.

NoteBase

오답 포인트

볼록렌즈라는 말만 보고 항상 반대쪽에 실상이 생긴다고 판단하는 것이 함정이다. 이 문항에서는 물체가 초점 안쪽에 있으므로 계산에서 나온 음의 상거리와 허상을 함께 확인해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

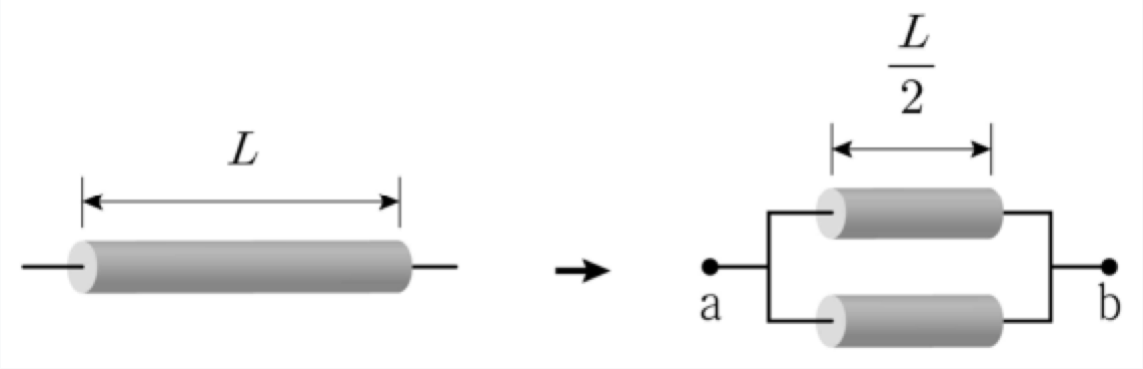
먼저 물체거리와 초점거리를 비교한다. $d_o < f$이면 허상 가능성을 예상한 뒤, 렌즈 방정식으로 d_i를 구한다. $d_i < 0$이면 물체와 같은 쪽의 허상, $d_i > 0$이면 물체 반대쪽의 실상으로 판단한다.

암기 포인트

볼록렌즈에서 초점 안쪽 물체: 같은 쪽·허상. 이 문항에서는 $24cm$와 $6cm$로부터 $d_i = -8cm$이다.

NoteBase

문 13. 길이가 L이고, 단면적과 밀도가 균일한 도체의 저항이 R로 측정되었다. 그림과 같이 이 도체를 반으로 잘라 병렬로 연결시키면 a, b 양단의 저항은? (단, 도체를 연결한 도선의 저항은 무시한다)



① R

② $2R$

③ $\frac{1}{2}R$

④ $\frac{1}{4}R$

정답 4번

출제 포인트

균일한 도체의 저항 $R = \rho L/A$에서 길이를 반으로 자른 뒤, 같은 두 도체를 병렬 연결할 때의 합성저항을 구하는 문제이다.

조건 정리

원래 도체의 길이는 L, 저항은 R이다.
각 조각은 길이 $L/2$이고 단면적과 재질은 원래 도체와 같으므로, 각 조각의 저항은 원래의 절반이다.
두 조각은 양 끝이 각각 a, b에 연결되어 있으므로 병렬 연결이다.

사용할 공식

도체의 저항은 $R = \rho L/A$이다. 따라서 ρ와 A가 같으면 저항은 길이에 비례한다.
같은 저항 r 두 개의 병렬 합성저항은 $R_{eq} = r/2$이다.
이 공식을 쓰는 이유는 각 조각의 길이가 원래의 절반이고, 두 조각이 병렬로 연결되어 있기 때문이다.

계산 과정

1. 각 조각의 저항은 $r = R \times (L/2)/L = R/2$이다.
2. 두 조각은 각각 $R/2$인 동일 저항 두 개의 병렬 연결이다.
3. 따라서 $\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{R/2} + \frac{1}{R/2} = \frac{4}{R}$이므로 $R_{eq} = R/4$이다.

NoteBase

선지 판단

① X: R은 원래 도체 하나의 저항이다. 각 조각의 길이가 절반이라 저항이 $R/2$가 되고, 다시 병렬 연결되므로 전체 저항은 R이 아니라 $R/4$이다.
② X: $2R$은 두 저항이 직렬로 연결되어도 나오지 않는 값이다. 두 조각은 병렬 연결이므로 전체 저항은 $2R$이 아니라 $R/4$이다.
③ X: $R/2$는 길이만 반으로 잘랐을 때 각 조각 하나의 저항이다. 두 조각을 병렬 연결한 효과까지 반영하면 $R/2$가 아니라 $R/4$이다.
④ O: 각 조각이 $R/2$이고 동일한 두 저항의 병렬 합성저항은 그 절반이므로 $R/4$이다.

오답 포인트

③처럼 길이를 반으로 자른 효과만 반영해 $R/2$에서 멈추기 쉽다. 이 문항에서는 두 조각을 병렬로 연결하므로 저항이 한 번 더 절반으로 줄어든다.

다시 나오면 이렇게 판단

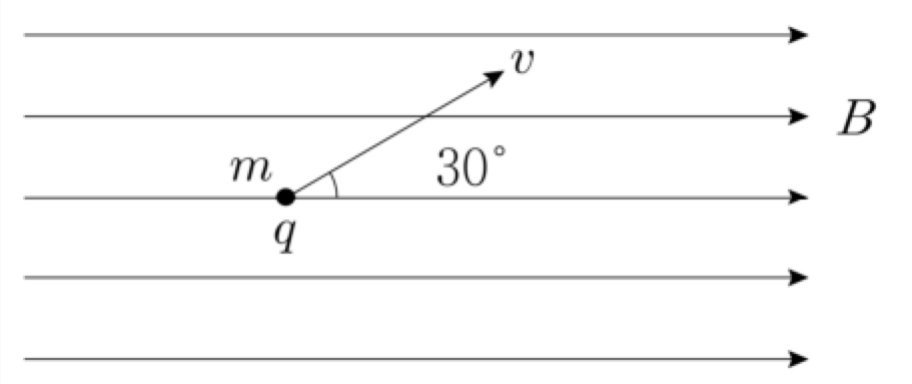
도체를 자른 문제는 먼저 $R = \rho L/A$로 각 조각의 저항을 구하고, 그다음 그림의 직렬·병렬 연결을 적용한다. 길이가 절반인 동일 도체 두 개를 병렬 연결하면 원래 저항의 1/4이 된다.

암기 포인트

길이 반감으로 $R/2$, 동일 두 개 병렬로 다시 반감되어 $R/4$이다.

NoteBase

문 14. 그림과 같이 질량이 m이고 전하량이 q인 입자가 초기속도 v로 균일한 자기장 B와 30°의 각도를 이루며 입사되어 나선형 운동을 한다. 입자의 궤도를 B에 수직한 면에 투영했을 때 나타나는 원의 반지름은?



① $\frac{\sqrt{3}mv}{2qB}$
② $\frac{mv}{2qB}$
③ $\frac{mv}{qB}$
④ $\frac{2mv}{qB}$

정답 2번

출제 포인트

균일한 자기장 속에서 자기장에 수직한 속도 성분이 만드는 원운동의 반지름을 구하는 문제이다.

조건 정리

자기장 B와 속도 v의 사잇각은 30°이다. 원운동을 만드는 성분은 자기장에 수직한 $v_\perp = v\sin 30^\circ = v/2$이고, 자기장과 나란한 $v_\parallel = v\cos 30^\circ$는 나선운동의 진행에만 기여한다.

사용할 공식

자기력의 크기 $qv_\perp B$가 구심력 $mv_\perp^2/r$가 되므로
$r = \frac{mv_\perp}{qB}$
를 사용한다. 자기장에 평행한 속도 성분에는 자기력이 작용하지 않으므로 반지름에는 수직 성분만 들어간다.

NoteBase

계산 과정

1. 수직 성분은 $v_\perp = v\sin 30^\circ = v/2$이다.
2. 이를 $r = mv_\perp/(qB)$에 대입한다.
3. 따라서
$r = \frac{m(v/2)}{qB} = \frac{mv}{2qB}$
이다.

선지 판단

① X. $\frac{\sqrt{3}mv}{2qB}$는 $v\cos 30^\circ$를 사용한 값이다. $v\cos 30^\circ$는 자기장과 평행한 성분이므로 원운동 반지름에 쓰지 않는다. 틀린 표현 → $\sqrt{3}v/2$ 대신 $v/2$를 사용하여 $\frac{mv}{2qB}$가 된다.
② O. $v_\perp = v/2$를 대입하면 $r = \frac{mv}{2qB}$가 되어 계산 결과와 일치한다.
③ X. $\frac{mv}{qB}$는 입자 속도 전체 v가 자기장에 수직하다고 본 값이다. 틀린 표현 → v 대신 $v\sin 30^\circ = v/2$를 넣어 $\frac{mv}{2qB}$가 된다.
④ X. $\frac{2mv}{qB}$는 올바른 반지름의 4배이며, $v\sin 30^\circ = v/2$를 $2v$로 뒤집어 넣은 것과 같은 값이다. 틀린 표현 → $v_\perp = v/2$를 대입하면 $\frac{mv}{2qB}$가 된다.

오답 포인트

①처럼 $v\cos 30^\circ$인 평행 성분을 쓰거나, ③처럼 각도를 무시하고 전체 속도 v를 쓰는 실수가 핵심 함정이다. 나선운동의 원형 투영 반지름은 반드시 자기장에 수직한 성분으로 결정된다.

다시 나오면 이렇게 판단

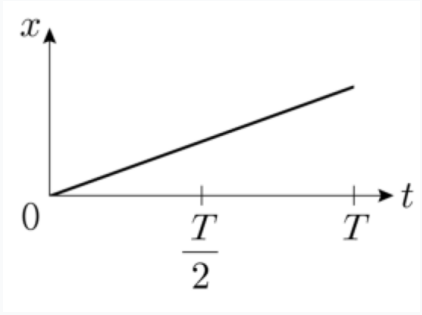
속도와 자기장의 각이 주어지면 먼저 $v_\perp = v\sin\theta$를 분리하고, $r = mv_\perp/(qB)$에 대입해 판단한다. 자기장과 평행한 성분은 원운동 반지름 계산에서 제외된다.

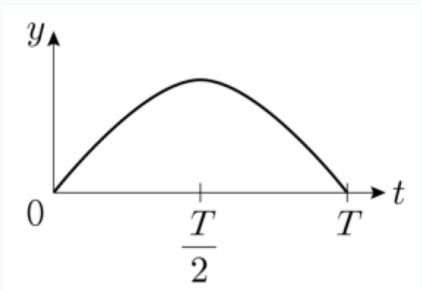
암기 포인트

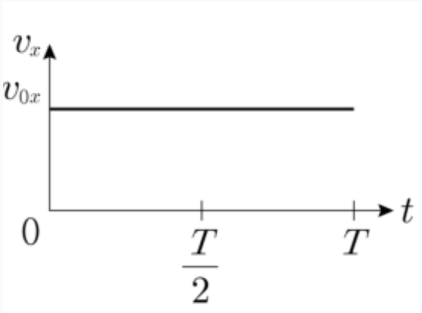
자기장 속 원운동 반지름은 $r = mv\sin\theta/(qB)$이다. 수직 성분은 원운동, 평행 성분은 진행운동을 만든다.

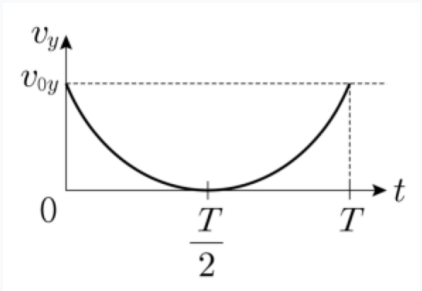
NoteBase

문 15. 지면의 원점에서 물체가 비스듬히 쏘아올려져 T 시간 동안 포물선 운동 후 지면에 닿았다. 이 포물체의 수평 및 수직 위치 x, y와 수평 및 수직 속도 v_x, v_y를 시간의 함수로 나타낸 것으로 옳지 않은 것은? (단, 포물체의 초기 수평 및 초기 수직 속도는 각각 v_{0x}, v_{0y}이고, 공기저항은 무시한다)

① 

② 

③ 

④ 

정답 4번

출제 포인트

공기 저항을 무시한 포물선 운동에서 수평 방향은 등속도 운동이고, 수직 방향은 가속도 $-g$의 등가속도 운동이라는 점을 그래프의 기울기와 모양으로 판단하는 문제이다.

NoteBase

선지별 해설

① O 수평 가속도는 0이므로 $x = v_{0x}t$이다. 따라서 x는 원점에서 시작하여 시간에 비례해 직선적으로 증가한다.

② O 수직 위치는 $y = v_{0y}t - \frac{1}{2}gt^2$이다. 처음과 끝의 높이가 모두 0이므로 y-t 그래프는 아래로 열린 포물선이고, 최고점은 $T/2$에서 나타난다.

③ O 수평 방향에는 힘이 작용하지 않아 $v_x = v_{0x}$로 일정하다. 따라서 v_x-t 그래프는 수평선이다.

④ X 수직속도는 $v_y = v_{0y} - gt$이므로 시간에 따라 직선적으로 감소한다. $T/2$에서 0이 된 뒤에도 계속 감소하여 T에서는 $-v_{0y}$가 된다. '$T/2$ 이후 다시 증가하여 T에서 v_{0y}가 된다'는 표현이 틀렸고, 올바르게는 v_y-t 그래프가 양의 값에서 음의 값까지 내려가는 직선이다.

오답 포인트

④는 속도의 크기와 수직속도 성분을 혼동하게 만든다. 상승과 하강에서 수직속도의 크기는 대칭일 수 있지만, 방향이 반대이므로 착지 직전 수직속도는 v_{0y}가 아니라 $-v_{0y}$이다.

다시 나오면 이렇게 판단

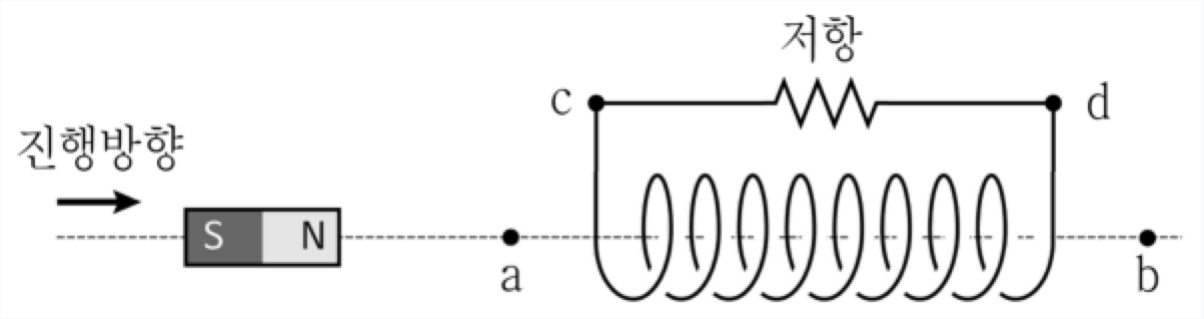
수평 성분은 $a_x = 0$이므로 위치는 직선, 속도는 일정으로 판단한다. 수직 성분은 $a_y = -g$가 일정하므로 위치는 아래로 열린 포물선, 속도는 기울기 $-g$인 직선으로 판단한다.

암기 포인트

포물선 운동: x는 직선, y는 아래로 열린 포물선, v_x는 일정, v_y는 직선 감소이다.

NoteBase

문 16. 그림과 같이 자석이 점선을 따라 저항이 연결된 코일을 등속으로 통과한다. 자석의 길이는 코일의 길이보다 훨씬 짧아서 코일 내부로 완전히 들어가는 구간이 존재한다. 자석이 a에서 b를 지나가는 동안, 저항에 흐르는 전류에 대한 설명으로 옳은 것만을 모두 고르면?



ㄱ. 전류가 흐르지 않는 구간이 존재한다.

ㄴ. 전류의 방향이 바뀌는 구간이 존재한다.

ㄷ. 자석이 a를 지날 때, 전류의 방향은 c → 저항 → d 방향이다.

① ㄱ

② ㄷ

③ ㄱ, ㄴ

④ ㄴ, ㄷ

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 N극이 코일 쪽으로 이동하는 도식에서 코일을 지나는 자속의 변화와 렌츠 법칙을 이용하여 유도전류의 발생 구간과 방향을 판단하는 문제이다. 자석이 코일 내부에 충분히 들어가 자속이 일정한 동안에는 유도전류가 흐르지 않고, 진입과 이탈에서는 자속 변화의 부호가 반대이므로 전류 방향도 반대가 된다.

NoteBase

선지별 해설

① X: ㄱ만 고른 선택지이다. 자석이 코일 안에 완전히 들어간 동안에는 자속이 변하지 않아 전류가 흐르지 않으므로 ㄱ은 옳다. 그러나 진입할 때와 이탈할 때 유도전류의 방향이 바뀐다는 ㄴ도 옳다. 틀린 표현인 'ㄱ' → 올바르게는 'ㄱ, ㄴ'이다.

② X: ㄷ만 고른 선택지이다. N극이 a에서 코일로 접근할 때 오른쪽 방향의 자속이 증가하므로, 코일은 이를 막기 위해 왼쪽 방향 자기장을 만든다. 따라서 코일의 왼쪽 끝은 N극이 되어야 하며, 이때 저항 전류는 c → 저항 → d가 아니라 d → 저항 → c 방향이다. 틀린 표현인 'ㄷ' → 올바르게는 'ㄱ, ㄴ'이다.

③ O: ㄱ, ㄴ을 고른 선택지이다. 자석이 코일 내부에 완전히 들어간 구간에서는 자속 변화가 없어 전류가 흐르지 않고, 자석이 들어올 때와 나갈 때에는 자속 변화가 서로 반대여서 유도전류 방향이 바뀐다.

④ X: ㄴ, ㄷ을 고른 선택지이다. ㄴ은 옳지만 ㄷ의 저항 전류 방향이 반대이다. N극이 접근할 때 코일 왼쪽 끝이 N극이 되도록 전류가 유도되므로 저항에서는 d → 저항 → c 방향으로 흐른다. 틀린 표현인 'ㄴ, ㄷ' → 올바르게는 'ㄱ, ㄴ'이다.

오답 포인트

ㄷ에서 자석의 자기장 방향 자체가 아니라 '증가하는 자속을 방해하는 방향'으로 코일의 자기장을 정해야 한다. N극이 접근하면 코일의 왼쪽 끝은 N극이 되어 접근을 막고, 이 조건에서 저항 전류 방향은 d → 저항 → c가 된다.

다시 나오면 이렇게 판단

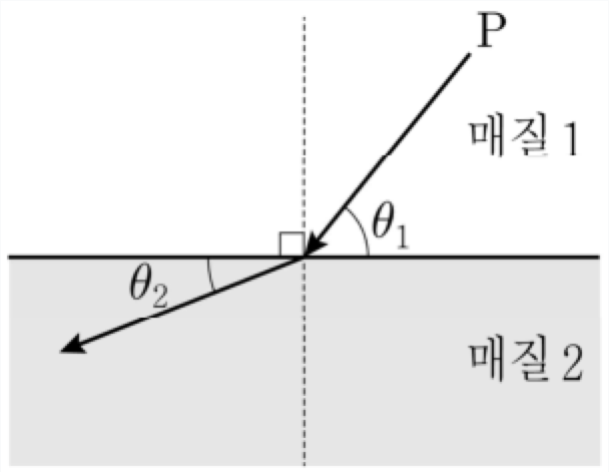
먼저 자석의 이동으로 코일을 지나는 자속이 증가하는지 감소하는지 판단한다. 다음으로 그 변화를 막는 방향으로 코일의 자기장과 양 끝의 극을 정하고, 오른손 법칙으로 전류 방향을 확인한다. 자속이 일정한 구간에서는 유도기전력이 0이므로 전류도 흐르지 않는다.

암기 포인트

유도전류는 자속의 변화만 방해한다. 자속 일정이면 전류 0, 자속 변화가 반대이면 전류 방향도 반대이다.

NoteBase

문 17. 굴절률이 n_1인 매질 1에서 굴절률이 n_2인 매질 2로 단색광 P가 그림과 같이 진행한다. 이에 대한 설명으로 옳은 것은?



① θ_1, θ_2는 $n_1 \sin\theta_1 = n_2 \sin\theta_2$를 만족한다.

② 매질 1보다 매질 2에서 P의 속력이 더 작다.

③ 매질 1보다 매질 2에서 P의 진동수가 더 크다.

④ 매질 1보다 매질 2에서 P의 파장이 더 크다.

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 경계면에서의 굴절과 매질에 따른 빛의 속력·진동수·파장의 관계를 묻는다. 그림의 θ_1, θ_2는 법선이 아니라 경계면과 광선이 이루는 각이다.

핵심 개념

굴절률 n은 빛의 속력 v와 $n = c/v$의 관계를 가지므로, 굴절률이 작을수록 빛의 속력은 크다. 경계면을 지날 때 진동수 f는 변하지 않고, $\lambda = v/f$이므로 속력이 큰 매질에서 파장은 더 길다.
그림에서는 굴절광이 법선에서 멀어지도록 굴절하므로 $n_1 > n_2$이다.

NoteBase

선지별 해설

① X. θ_1, θ_2는 경계면 기준 각이므로 스넬 법칙은 $n_1\sin(90^\circ-\theta_1)=n_2\sin(90^\circ-\theta_2)$, 즉 $n_1\cos\theta_1=n_2\cos\theta_2$이다. 틀린 표현은 $n_1\sin\theta_1=n_2\sin\theta_2$이며, 올바르게는 $n_1\cos\theta_1=n_2\cos\theta_2$이다.
② X. 굴절광이 법선에서 멀어지므로 $n_2<n_1$이다. $v=c/n$이므로 매질 2에서의 속력이 더 크다. 틀린 표현은 '속력이 더 작다'이며, 올바르게는 '속력이 더 크다'이다.
③ X. 빛이 매질의 경계면을 지날 때 진동수는 광원의 진동수로 정해져 변하지 않는다. 틀린 표현은 '진동수가 더 크다'이며, 올바르게는 '진동수는 두 매질에서 같다'이다.
④ O. 매질 2에서는 속력이 더 크고 진동수는 같으므로 $\lambda=v/f$에 따라 파장이 더 크다.

오답 포인트

①은 각의 기준이 법선인지 경계면인지 바꾸어 놓은 선지이다. 또한 ②의 속력 변화와 ③의 진동수 변화를 함께 바꾸어 생각하면 안 된다. 매질이 바뀌어도 진동수는 일정하고, 속력 변화에 따라 파장만 변한다.

다시 나오면 이렇게 판단

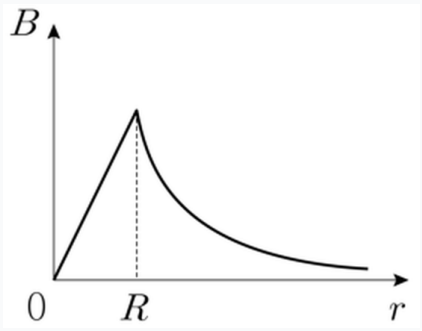
먼저 그림의 각이 법선 기준인지 경계면 기준인지 확인한다. 굴절광이 법선에서 멀어지면 다음 매질의 굴절률은 더 작고 속력은 더 크다. 이어서 진동수는 일정하므로 속력과 파장은 같은 방향으로 변한다고 판단한다.

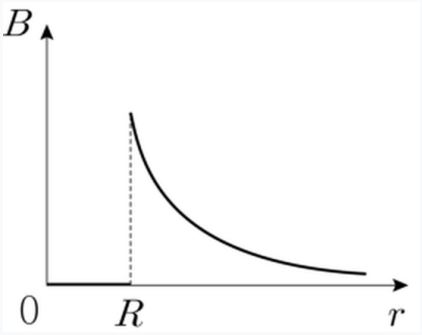
암기 포인트

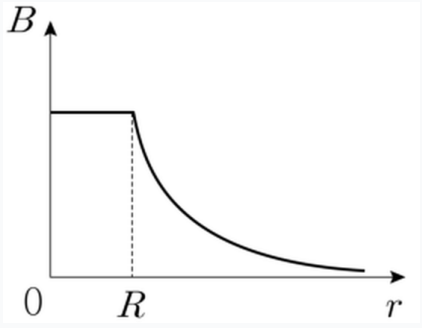
굴절률 작음 → 속력 큼 → 파장 큼, 진동수는 경계면을 지나도 일정하다.

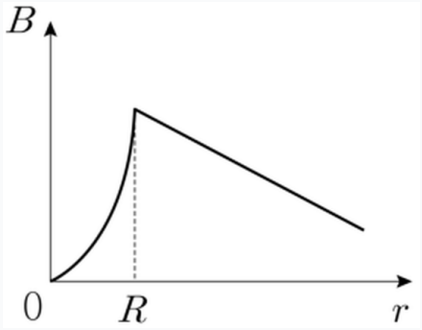
NoteBase

문 18. 전류 I가 반지름이 R인 원통형 직선 도선의 단면에 고르게 흐른다. 도선 중심으로부터의 거리 r에 따른 자기장의 세기 B를 나타낸 것은? (단, 원통형 도선은 속이 차고 길이는 무한하다)

① 

② 

③ 

④ 

정답 1번

출제 포인트

균일한 전류밀도를 가진 무한 원통형 도선에서 암페어 법칙으로 도선 내부와 외부의 자기장 변화를 구분하는 문제이다. 도선 내부에서는 반지름 r인 암페어 고리가 감싸는 전류가 단면적에 따라 $I_{\text{enc}} = Ir^2/R^2$가 되므로 $B \propto r$이고, 도선 외부에서는 전체 전류 I를 감싸므로 $B \propto 1/r$이다.

NoteBase

선지별 해설

① O — $0 \le r \le R$에서 $B = \mu_0 I r/(2\pi R^2)$이므로 원점에서 시작해 직선적으로 증가한다. $r \ge R$에서는 $B = \mu_0 I/(2\pi r)$이므로 $1/r$ 꼴로 감소하며, $r = R$에서 두 식의 값은 같다.
② X — 도선 내부의 자기장을 0으로 나타낸 부분이 틀리다. 올바르게는 도선 내부에서도 포획 전류가 존재하여 B가 0에서부터 r에 비례해 증가하고, 도선 외부에서만 $1/r$ 꼴로 감소한다.
③ X — 도선 내부의 자기장을 일정한 값으로 나타낸 부분이 틀리다. 올바르게는 $B = \mu_0 I r/(2\pi R^2)$이므로 내부 자기장은 반지름에 비례하여 직선적으로 증가한다.
④ X — 도선 내부를 곡선 증가, 외부를 직선 감소로 나타낸 부분이 모두 틀리다. 올바르게는 내부에서 $B \propto r$인 직선 증가이고, 외부에서 $B \propto 1/r$인 곡선 감소이다.

오답 포인트

전체 전류 I를 모든 위치에서 그대로 쓰면 내부 자기장의 모양을 잘못 판단한다. 내부에서는 암페어 고리가 감싸는 전류가 Ir^2/R^2뿐이라는 점이 핵심이며, 이 값과 암페어 고리 둘레의 r이 결합되어 최종적으로 $B \propto r$이 된다.

다시 나오면 이렇게 판단

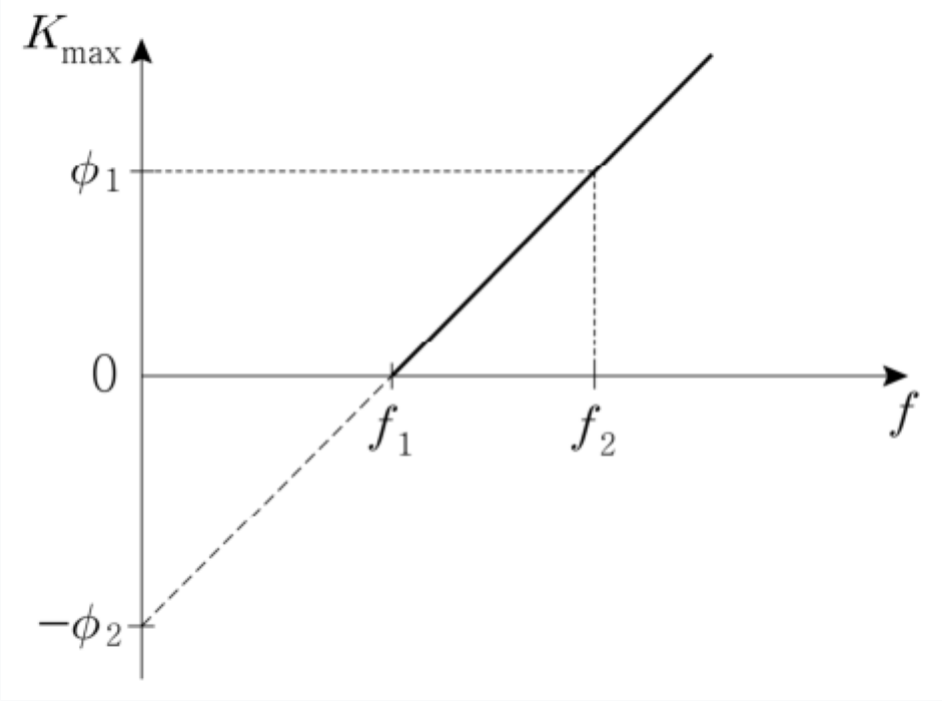
먼저 암페어 법칙 $B(2\pi r) = \mu_0 I_{\text{enc}}$을 세운다. 그다음 내부에서는 $I_{\text{enc}} = Ir^2/R^2$, 외부에서는 $I_{\text{enc}} = I$를 대입하여 각각 $B \propto r$, $B \propto 1/r$인지 확인한다.

암기 포인트

균일한 원통 도선의 자기장은 내부에서 직선 증가, 표면에서 최대, 외부에서 $1/r$로 감소한다.

NoteBase

문 19. 그림은 어떤 금속에 빛을 쪼였을 때 튀어나오는 전자의 최대 운동에너지 K_{max}를 빛의 진동수 f에 따라 나타낸 것이다. 이 금속의 일함수는?



① ϕ_1

② ϕ_2

③ $\phi_1 + \phi_2$

④ $\frac{\phi_1}{f_2 - f_1}$

정답 2번

출제 포인트

광전효과의 최대 운동에너지 식 $K_{max} = hf - \phi$에서 그래프의 기울기와 절편이 각각 무엇을 뜻하는지 판단하는 문제이다.

조건 정리

문턱진동수는 f_1이고, 이때 $K_{max} = 0$이다.
$f = f_2$일 때 $K_{max} = \phi_1$이다.
그래프를 $f = 0$까지 연장한 세로절편은 $-\phi_2$이다.

NoteBase

사용할 공식

$K_{max} = hf - \phi$
여기서 h는 플랑크 상수이고 ϕ는 일함수이다. 일함수는 전자가 금속 표면을 벗어나는 데 필요한 최소 에너지이다.
$f = 0$일 때 식의 값은 $-\phi$이므로, 직선을 연장한 세로절편의 크기가 일함수이다.

계산 과정

1. $K_{max} = 0$인 $f = f_1$에서 $0 = hf_1 - \phi$이므로 $\phi = hf_1$이다.
2. 그래프의 세로절편은 $-hf_1 = -\phi$이다.
3. 그림의 세로절편이 $-\phi_2$이므로 $\phi = \phi_2$이다.

선지 판단

① X: ϕ_1은 f_2에서의 최대 운동에너지이다. 틀린 표현 일함수=_1 → 올바르게는 $\phi_1 = K_{max}(f_2) = h(f_2 - f_1)$이다.
② O: 세로절편이 $-\phi_2$이고 세로절편은 $-\phi$이므로 일함수는 ϕ_2이다.
③ X: $\phi_1 + \phi_2$는 일함수가 아니다. 틀린 표현 일함수=_1+_2 → 올바르게는 일함수=_2이다.
④ X: $\phi_1/(f_2 - f_1) = h$이므로 이는 플랑크 상수이다. 틀린 표현 일함수=_1/(f_2-f_1) → 올바르게는 $\phi_1/(f_2 - f_1) = h$이다.

오답 포인트

f_2에서의 세로좌표 ϕ_1을 일함수로 혼동하기 쉽다. 일함수는 $K_{max} = 0$이 되는 문턱진동수 또는 직선을 연장한 세로절편 $-\phi$로 판단한다.

다시 나오면 이렇게 판단

K_{max}-f 그래프에서 먼저 $K_{max} = 0$인 가로절편을 찾는다. 그 진동수에 h를 곱하면 일함수이고, 세로절편은 그 일함수의 음수이다.

암기 포인트

광전효과 그래프는 기울기=h, 가로절편=ϕ/h, 세로절편=-ϕ이다.

NoteBase

문 20. 보어의 수소 원자 모형에서 양자수 $n = 3$인 궤도에서의 전자의 선속력은 양자수 $n = 1$인 궤도에서의 전자의 선속력의 몇 배인가?

① $\frac{1}{9}$배
② $\frac{1}{3}$배
③ 3배
④ 9배

정답 2번

출제 포인트

보어 수소 원자 모형에서 양자수에 따른 전자의 선속력 변화를 이용하는 문제이다.

조건 정리

보어 모형에서 궤도 양자수는 $n = 1$과 $n = 3$이다. 수소 원자에서는 n이 커질수록 전자의 선속력이 작아진다.

사용할 공식

보어 모형의 수소 원자에서 전자의 선속력은 $v_n = \frac{v_1}{n}$이므로 $v_n \propto \frac{1}{n}$이다. 쿨롱힘이 원운동의 구심력이 되는 조건과 각운동량 양자화 조건을 함께 적용하면 이 관계가 나온다.

계산 과정

$v_3 = \frac{v_1}{3}$
따라서 $\frac{v_3}{v_1} = \frac{1}{3}$이다.

선지 판단

① X: $\frac{1}{9}$배가 아니다. 틀린 표현은 '$\frac{1}{9}$배'이며, 선속력은 n에 반비례하므로 $n = 3$에서는 $\frac{1}{3}$배이다. $\frac{1}{9}$은 궤도 반지름의 비 r_1/r_3와 혼동하여 얻기 쉬운 값이다.
② O: $v_3/v_1 = 1/3$이므로 $\frac{1}{3}$배가 맞다.
③ X: 3배가 아니다. 틀린 표현은 '3배'이며, 올바르게는 $\frac{1}{3}$배이다. n이 커지면 궤도 반지름은 커지지만 선속력은 감소한다.
④ X: 9배가 아니다. 틀린 표현은 '9배'이며, 올바르게는 $\frac{1}{3}$배이다. 9는 $r_n \propto n^2$에서 나오는 반지름 비와 관련된 값이지 선속력 비가 아니다.

오답 포인트

보어 모형에서는 반지름이 $r_n \propto n^2$, 선속력이 $v_n \propto 1/n$으로 서로 다르게 변한다. ①과 ④는 반지름의 n^2 관계를 선속력에 잘못 적용한 경우이고, ③은 반비례 관계를 정비례로 뒤집은 경우이다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

보어 수소 원자의 양자수 비교에서는 먼저 묻는 물리량을 구분한다. 선속력은 $1/n$, 반지름은 n^2, 에너지는 $-1/n^2$에 비례한다.

암기 포인트

보어 궤도에서 n이 커지면 반지름은 커지고 선속력은 $1/n$로 작아진다.