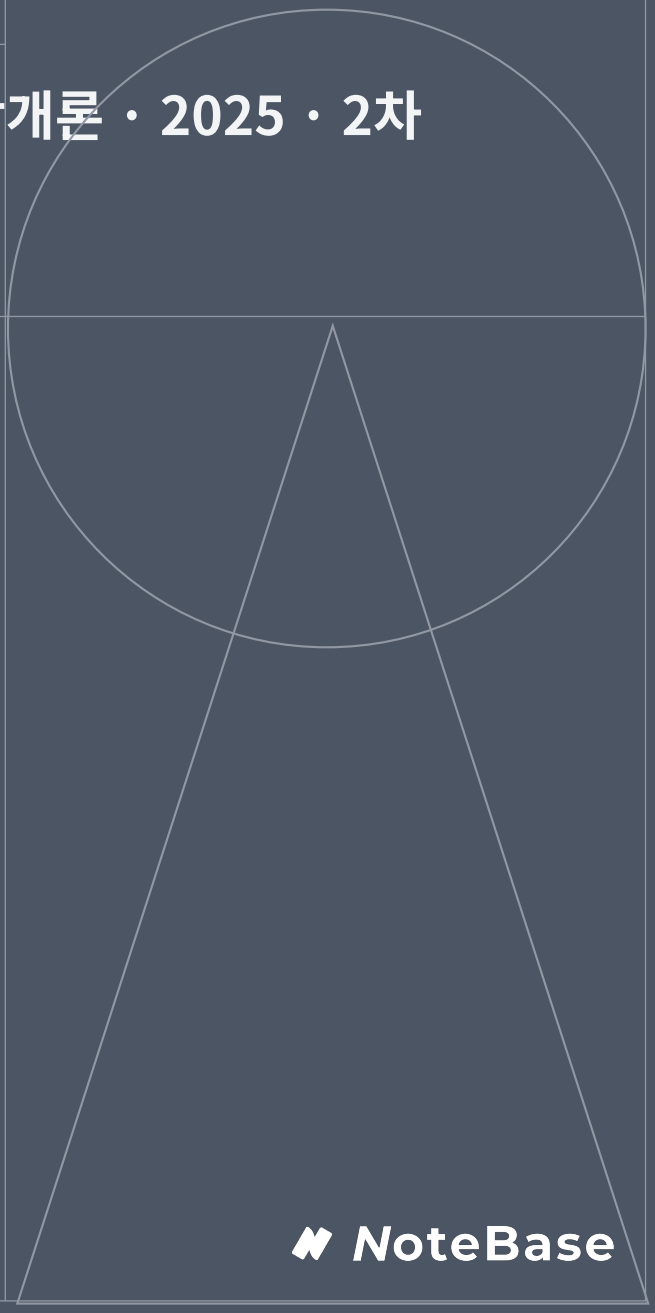
# 기출OX 해설집

공무원/국가직/7급 · 물리학개론 · 2025 · 2차



NoteBase

# 기출OX 해설집

## 공무원/국가직/7급 · 물리학개론 · 2025 · 2차

**공무원/국가직/7급 · 물리학개론 · 2025 · 2차**

**문 1. 초점 거리가 -50cm인 얇은 발산 렌즈로부터 50cm 떨어진 곳에 물체를 놓았을 때, 형성되는 상과 물체 사이의 거리[cm]는?**

① 10

② 25

③ 75

④ ∞

**정답 2번**

**출제 포인트**

이 문제는 얇은 렌즈 공식 $\frac{1}{f} = \frac{1}{d_o} + \frac{1}{d_i}$와 발산렌즈의 부호를 적용해 상의 위치와 물체와 상 사이 거리를 구하는 문제이다.

**조건 정리**

주어진 값: 초점거리 $f = -50cm$, 물체거리 $d_o = 50cm$이다.
구해야 할 값: 상거리 $d_i$와 물체와 상 사이 거리이다.
주의할 조건: 발산렌즈의 초점거리는 음수이고, 가상상은 렌즈와 물체의 같은 쪽에 생긴다.

**사용할 공식**

얇은 렌즈 공식은 $\frac{1}{f} = \frac{1}{d_o} + \frac{1}{d_i}$이다.
이 공식을 쓰는 이유: 초점거리와 물체거리가 주어졌으므로 상거리를 직접 구할 수 있고, 발산렌즈에서는 $d_i < 0$가 되어 가상상의 위치를 판별할 수 있다.

**계산 과정**

1. $\frac{1}{-50} = \frac{1}{50} + \frac{1}{d_i}$를 세운다.
2. $\frac{1}{d_i} = \frac{1}{-50} - \frac{1}{50} = -\frac{2}{50} = -\frac{1}{25}$이므로 $d_i = -25cm$이다.
3. 상은 렌즈에서 25cm 떨어진 물체와 같은 쪽에 생긴다. 따라서 물체와 상 사이 거리는 $50 - 25 = 25cm$이다.

NoteBase

### 선지 판단

1번 X: 10cm는 렌즈 공식으로 구한 상거리와 물체와 상 사이 거리 어느 쪽과도 맞지 않는다. 틀린 표현은 '물체와 상 사이 거리가 10cm이다'이다. 올바르게는 물체와 상 사이 거리는 25cm이다.
2번 O: 렌즈 공식으로 $d_i = -25cm$가 나오고, 상은 물체와 같은 쪽에 있으므로 물체와 상 사이 거리는 $50 - 25 = 25cm$이다.
3번 X: 75cm는 물체거리 50cm와 상거리의 절댓값 25cm를 단순히 더한 값이다. 틀린 표현은 '물체와 상이 서로 반대쪽에 있다'는 전제이다. 올바르게는 가상상이 물체와 같은 쪽에 생기므로 두 거리의 차를 써서 25cm가 된다.
4번 X: 무한대는 이 경우의 상 위치가 아니다. 틀린 표현은 '상거리가 무한대이다'이다. 올바르게는 발산렌즈에 실물체를 두면 상은 렌즈와 같은 쪽의 유한한 가상상으로 생기며, 이 문제에서는 $d_i = -25cm$이다.

### 오답 포인트

발산렌즈에서 나온 $d_i = -25cm$의 음수 부호는 상이 물체와 같은 쪽에 있다는 뜻이다. 이 부호의 의미를 놓치면 3번처럼 50과 25를 더해 75cm로 잘못 판단하기 쉽다.

### 다시 나오면 이렇게 판단

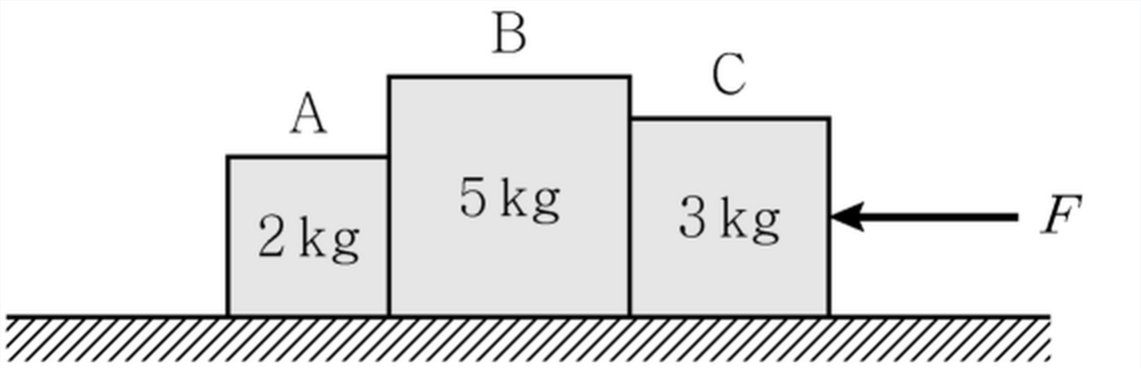
렌즈 문제는 초점거리의 부호를 먼저 정하고, 공식으로 $d_i$를 구한 뒤, 마지막에 상이 물체와 같은 쪽인지 반대쪽인지 확인하여 거리의 합인지 차인지 판단한다.

### 암기 포인트

발산렌즈는 $f < 0$, 실물체에 대해서는 $d_i < 0$, 상은 항상 물체와 같은 쪽의 가상상이다.

NoteBase

**문 2. 마찰이 없는 수평면 위에 질량이 각각 2 kg, 5 kg, 3 kg인 물체 A, B, C가 힘 $F$에 의해 $1\mathrm{m/s^2}$의 가속도로 운동하고 있다. 이때 B가 C를 미는 힘[N]의 크기는?**




① 0

② 3

③ 5

④ 7

**정답 4번**

**출제 포인트**

이 문제는 마찰이 없는 수평면에서 접촉력과 뉴턴의 제2법칙 $F = ma$를 이용해 B가 C를 미는 힘의 크기를 구하는 문제이다.

**조건 정리**

- 주어진 값: A는 $2kg$, B는 $5kg$, C는 $3kg$이다.
- 운동 조건: 세 물체는 모두 왼쪽으로 $1m/s^2$의 가속도로 함께 운동한다.
- 구해야 할 값: B가 C를 미는 힘의 크기이다.
- 주의할 조건: 접촉력은 한 물체만이 아니라 그 힘이 실제로 가속시키는 묶음을 정해 보면 바로 구할 수 있다.

**사용할 공식**

$F_{\text{net}} = ma$

이 공식을 쓰는 이유는 마찰이 없으므로 각 물체 또는 물체 묶음의 수평방향 알짜힘이 질량과 가속도의 곱과 같기 때문이다. B와 C 사이의 접촉력은 A와 B 묶음을 왼쪽으로 가속시키는 외력의 크기와 같아진다.

NoteBase

### 계산 과정

1. A와 B를 하나의 계로 보면 총질량은 $2 + 5 = 7kg$이다.
2. 이 $A + B$ 계를 왼쪽으로 $1m/s^2$ 가속시키는 수평 외력은 C가 B를 미는 힘 하나이다.
3. 따라서 그 힘의 크기는 $7 \times 1 = 7N$이다.
4. 작용과 반작용에 의해 B가 C를 미는 힘의 크기도 같으므로 $7N$이다.

### 선지별 해설

① X
0 N이면 B와 C 사이에 수평 접촉력이 전혀 없다는 뜻이다. 그러면 A와 B 묶음이 왼쪽으로 $1m/s^2$ 가속될 수 없다. 틀린 표현은 접촉력이 없다고 본 점이다. 올바르게는 B와 C 사이 접촉력의 크기는 $7N$이다.

② X
3 N은 $3kg \times 1m/s^2$로 계산한 C의 알짜힘 크기이다. 문제는 C의 알짜힘이 아니라 B가 C를 미는 접촉력의 크기를 묻는다. 틀린 표현은 접촉력을 C의 알짜힘과 같게 본 점이다. 올바르게는 3 N은 C의 알짜힘이고, B가 C를 미는 접촉력의 크기는 $7N$이다.

③ X
5 N은 $5kg \times 1m/s^2$로 계산한 B 하나의 알짜힘 크기이다. 그러나 B가 C로부터 받아야 하는 힘은 B만 아니라 A도 함께 가속시켜야 하므로 더 커야 한다. 틀린 표현은 B의 질량만 반영한 점이다. 올바르게는 $A + B = 7kg$ 전체를 기준으로 하여 $7N$이 된다.

④ O
A와 B를 함께 보면 총질량이 $7kg$이고 가속도가 $1m/s^2$이므로 필요한 힘은 $7N$이다. 이 힘이 곧 C가 B를 미는 힘의 크기이며, 작용과 반작용에 의해 B가 C를 미는 힘의 크기도 $7N$이다.

### 오답 포인트

이 문항의 함정은 알짜힘과 접촉력을 같은 것으로 착각하는 점이다. ②는 C의 알짜힘 $3N$을, ③은 B의 알짜힘 $5N$을 접촉력으로 오해한 경우이다. 접촉력을 물을 때는 어느 물체 묶음을 그 힘이 실제로 가속시키는지부터 정해야 한다.

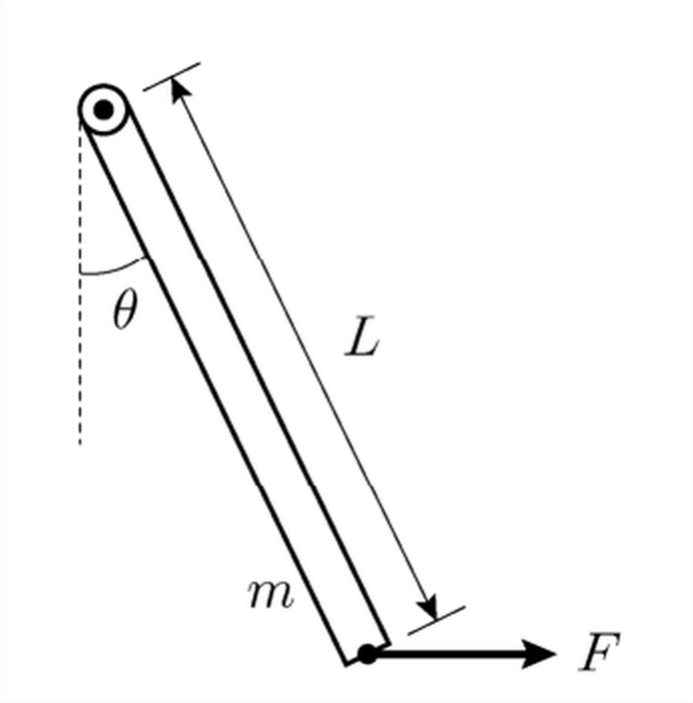
### 다시 나오면 이렇게 판단

접촉력을 묻는 계산형 문제는 먼저 원하는 힘이 유일한 외력이 되는 물체 묶음을 정한 뒤, 그 묶음에 대해 $F = ma$를 적용하면 된다. 이 문항에서는 $A + B$ 묶음을 잡으면 접촉력이 바로 $(2 + 5) \times 1$로 계산된다.

### 암기 포인트

접촉력은 그 힘이 실제로 밀어 주는 계의 총질량에 가속도를 곱한 값이다.

**문 3. 길이가 $L$이고 질량이 $m$인 균일한 막대의 한쪽 끝에는 마찰이 없는 회전 중심점이 있다. 막대의 다른 쪽 끝에 크기가 $F$인 수평 방향의 힘을 가했을 때, 그림과 같이 막대가 수직으로부터 각이 $\theta$인 위치에서 평형상태가 되었다면 힘 $F$의 크기는? (단, 중력 가속도는 $g$이다)**




① $mg\cot\theta$

② $mg\tan\theta$

③ $\frac{1}{2}mg\cot\theta$

④ $\frac{1}{2}mg\tan\theta$

**정답 4번**

**출제 포인트**

이 문제는 회전축에 대한 토크 평형을 이용해 막대 끝에 가한 수평힘 $F$를 구하는 문제이다.

**조건 정리**

주어진 값: 막대의 길이 $L$, 질량 $m$, 중력가속도 $g$, 수직과 이루는 각 $\theta$이다.
구해야 할 값: 막대 아래쪽 끝에 작용하는 수평힘 $F$의 크기이다.
주의할 조건: 회전축은 위쪽 끝이고, 막대의 무게 $mg$는 막대의 중심에서 작용한다. 수평힘의 모멘트팔은 끝점의 수직거리이고, 무게의 모멘트팔은 중심의 수평거리이다.

NoteBase

### 사용할 공식

평형 상태이므로 회전축에 대한 시계방향 토크와 반시계방향 토크의 크기가 같아진다.
$FL\cos\theta = mg \cdot \frac{L}{2}\sin\theta$
이 공식을 쓰는 이유는 수평힘 $F$의 모멘트팔이 $L\cos\theta$, 무게 $mg$의 모멘트팔이 $\frac{L}{2}\sin\theta$이기 때문이다.

### 계산 과정

회전축을 막대의 위쪽 끝으로 잡으면, 아래쪽 끝의 수평힘 $F$는 반시계방향 토크를 만든다. 막대의 무게 $mg$는 중심에서 작용하며 시계방향 토크를 만든다.
$FL\cos\theta = mg \cdot \frac{L}{2}\sin\theta$
양변을 $L\cos\theta$로 나누면
$F = \frac{mg}{2}\frac{\sin\theta}{\cos\theta} = \frac{1}{2}mg\tan\theta$
따라서 정답값은 $\frac{1}{2}mg\tan\theta$이다.

### 선지별 해설

① X: $mg\cot\theta$는 각함수를 거꾸로 썼고 질량중심이 막대의 가운데라는 조건도 반영하지 못한 값이다. 틀린 표현은 $mg\cot\theta$이고, 올바르게는 $\frac{1}{2}mg\tan\theta$이다.
② X: $mg\tan\theta$는 무게 $mg$가 막대 끝에서 작용한다고 잘못 본 값이다. 균일한 막대의 무게는 중심 $\frac{L}{2}$ 지점에서 작용하므로 틀린 표현은 계수 1이고, 올바르게는 $\frac{1}{2}mg\tan\theta$이다.
③ X: $\frac{1}{2}mg\cot\theta$는 $\sin\theta$와 $\cos\theta$의 위치를 뒤바꾼 값이다. 틀린 표현은 $\cot\theta$이고, 올바르게는 $\tan\theta$이므로 $\frac{1}{2}mg\tan\theta$가 된다.
④ O: 토크 평형식 $FL\cos\theta = mg \cdot \frac{L}{2}\sin\theta$를 풀면 $F = \frac{1}{2}mg\tan\theta$가 되므로 옳다.

### 오답 포인트

이 문항의 함정은 두 가지이다. 하나는 힘의 크기만 보고 막대의 중심에서 작용하는 무게를 막대 끝에서 작용하는 것처럼 계산하는 점이다. 다른 하나는 모멘트팔을 막대 길이 자체로 두거나 $\sin\theta$, $\cos\theta$를 서로 바꾸는 점이다.

### 다시 나오면 이렇게 판단

막대 평형 문제는 먼저 회전축을 정하고, 각 힘이 어디에서 작용하는지 확인한 뒤, 그 힘의 방향에 수직인 모멘트팔을 잡아 토크 평형식 _반시계 = _시계로 정리하면 된다.

### 암기 포인트

균일한 막대의 무게는 항상 중심에서 작용하고, 토크는 힘 × 회전축에서 힘의 작용선까지의 수직거리로 계산한다.

NoteBase

**문 4. 한쪽 끝이 막힌 길이가 0.85m인 공기 관이 있다. 이 공기 관에서 발생하는 정상파의 기본 진동수[Hz]는? (단, 공기 중 음속은 340m/s이다)**

① 100
② 150
③ 200
④ 300

**정답 1번**

**출제 포인트**

이 문제는 한쪽 끝이 막힌 공기 관의 기본파 조건을 이용해 기본 진동수를 구할 수 있는지를 묻는다.

**조건 정리**

주어진 값: 관의 길이는 0.85m, 공기 중 음속은 340m/s이다.
구해야 할 값: 정상파의 기본 진동수이다.
주의할 조건: 한쪽 끝이 막힌 관의 기본파는 $L = \lambda/4$ 조건을 따른다.

**사용할 공식**

$f = v/\lambda$, $\lambda = 4L$이므로 $f = v/(4L)$이다.
이 공식을 쓰는 이유: 한쪽 끝이 막힌 관의 기본파는 막힌 쪽이 마디, 열린 쪽이 배가 되어 관 길이가 파장의 4분의 1이 되기 때문이다.

**계산 과정**

기본파의 파장은 $\lambda = 4L = 4 \times 0.85 = 3.4m$이다.
따라서 기본 진동수는 $f = v/\lambda = 340/3.4 = 100Hz$이다.

**선지 판단**

1번: O. 계산 결과 기본 진동수는 100 Hz이므로 옳다.
2번: X. 150 Hz는 계산값과 다르다. 틀린 표현은 '150 Hz'이고, 올바르게는 '기본 진동수는 100 Hz이다.'이다.
3번: X. 200 Hz는 양쪽이 열린 관의 기본파 공식 $f = v/(2L)$를 잘못 적용하면 나오는 값이다. 이 문제의 관은 한쪽 끝이 막혀 있으므로 틀린 표현은 '200 Hz'이고, 올바르게는 '기본 진동수는 100 Hz이다.'이다.
4번: X. 300 Hz는 닫힌 관에서 가능한 진동수이기는 하지만 $3 \times 100Hz$인 세 번째 공명에 해당하고 기본 진동수는 아니다. 틀린 표현은 '300 Hz'이고, 올바르게는 '기본 진동수는 100 Hz이다.'이다.

NoteBase

### 오답 포인트

한쪽 끝이 막힌 관과 양쪽 끝이 열린 관의 공식을 섞으면 200 Hz를 고르기 쉽다. 또한 300 Hz는 닫힌 관에서 가능한 배음이라서 맞아 보이지만 기본파가 아니라는 점이 함정이다.

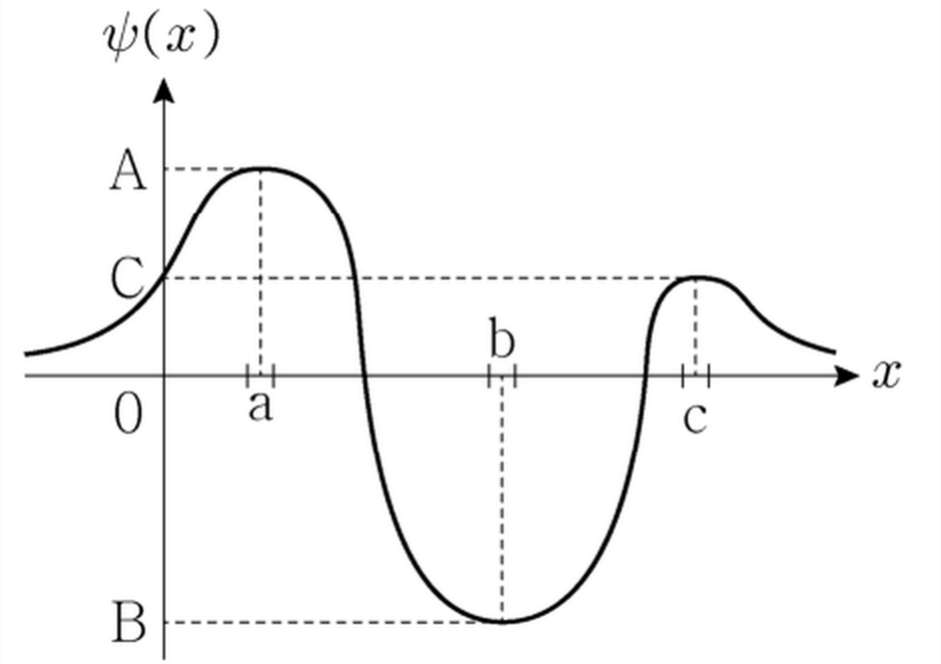
### 다시 나오면 이렇게 판단

관의 양 끝 조건을 먼저 확인한다. 한쪽 끝이 막히면 기본파는 $\lambda = 4L$, 양쪽이 열리면 기본파는 $\lambda = 2L$로 구분한 뒤 $f = v/\lambda$를 계산한다.

### 암기 포인트

한쪽 끝이 막힌 관의 기본파는 $f = v/(4L)$이고, 가능한 진동수는 기본파의 홀수배이다.

**문 5. 그림은 어떤 양자 입자의 파동함수 $\psi(x)$를 나타낸 것이다. a, b, c 구간 중 입자가 발견될 확률이 가장 높은 구간과 가장 낮은 구간을 바르게 연결한 것은? (단, $|B| > |A| > |C|$이고, 각 구간의 폭은 동일하다)**




① 가장 높은 구간: a, 가장 낮은 구간: b

② 가장 높은 구간: a, 가장 낮은 구간: c

③ 가장 높은 구간: b, 가장 낮은 구간: c

④ 가장 높은 구간: c, 가장 낮은 구간: b

**정답 3번**

**출제 포인트**

이 문제는 파동함수 그래프에서 발견 확률은 $|\psi(x)|^2$로 결정되므로 부호가 아니라 크기를 비교한다는 점을 묻는 문제이다.

NoteBase

### 선지별 해설

① X: 가장 높은 구간을 a, 가장 낮은 구간을 b로 본 것은 틀리다. b에서는 파동함수의 절댓값이 가장 큰 $|B|$이므로 확률이 가장 높다. 틀린 표현은 '가장 높은 구간이 a, 가장 낮은 구간이 b'이고, 올바르게는 '가장 높은 구간은 b, 가장 낮은 구간은 c'이다.
② X: 가장 높은 구간을 a, 가장 낮은 구간을 c로 본 것은 틀리다. c가 가장 낮은 구간인 점은 맞지만, a보다 b에서 $|\psi(x)|$가 더 크므로 가장 높은 구간은 b이다. 틀린 표현은 '가장 높은 구간이 a'이고, 올바르게는 '가장 높은 구간은 b'이다.
③ O: b에서 $|\psi(x)| = |B|$로 가장 크므로 발견 확률이 가장 높고, c에서 $|\psi(x)| = |C|$로 가장 작으므로 발견 확률이 가장 낮다. 따라서 'b, c'의 연결이 옳다.
④ X: 가장 높은 구간을 c, 가장 낮은 구간을 b로 본 것은 확률밀도 판단을 거꾸로 한 것이다. 파동함수 값이 음수인 b도 절댓값이 가장 크므로 오히려 확률이 가장 높다. 틀린 표현은 '가장 높은 구간이 c, 가장 낮은 구간이 b'이고, 올바르게는 '가장 높은 구간은 b, 가장 낮은 구간은 c'이다.

### 오답 포인트

b에서 파동함수가 음수라는 이유로 확률이 작다고 착각하기 쉽다. 그러나 발견 확률은 $\psi(x)$ 자체가 아니라 $|\psi(x)|^2$로 정해지므로 부호는 영향을 주지 않는다.

### 다시 나오면 이렇게 판단

파동함수 그래프에서 위치별 확률을 묻으면 먼저 $|\psi(x)|$의 크기를 비교하고, 그다음 이를 제곱한 $|\psi(x)|^2$의 크기 순서로 판단하면 된다.

### 암기 포인트

위치확률은 $\psi(x)$의 부호가 아니라 $|\psi(x)|^2$가 결정하므로 절댓값이 가장 큰 곳이 가장 잘 발견된다.

NoteBase

**문 6. 수평면에 반지름이 2m인 원형 트랙을 등속으로 도는 물체가 있다. 이 물체가 트랙을 1바퀴 도는 데 4초가 걸린다면, 물체의 구심가속도 [m/s$^2$]는?**

① $\pi$

② $\frac{\pi^2}{2}$

③ $\pi^2$

④ $2\pi^2$

**정답 2번**

### 출제 포인트

이 문제는 등속 원운동의 구심가속도 $a_c$를 주기와 반지름으로 계산하는 문제이다.

### 조건 정리

주어진 값은 반지름 $r = 2m$, 주기 $T = 4s$이다. 구해야 할 값은 구심가속도이다. 등속 원운동이므로 속력의 크기는 일정하지만 가속도는 중심 방향으로 존재한다.

### 사용할 공식

사용할 공식은 $a_c = \frac{v^2}{r} = \frac{4\pi^2 r}{T^2}$이다. 문제에서 반지름과 한 바퀴 도는 시간인 주기가 직접 주어졌으므로 주기 형태의 공식을 쓰면 바로 계산할 수 있다.

### 계산 과정

$a_c = \frac{4\pi^2 r}{T^2} = \frac{4\pi^2 \cdot 2}{4^2} = \frac{8\pi^2}{16} = \frac{\pi^2}{2}$ 따라서 구심가속도는 $\frac{\pi^2}{2} m/s^2$이다.

### 선지별 해설

① X: $\pi$는 원운동 속력 $v = \frac{2\pi r}{T} = \frac{2\pi \cdot 2}{4} = \pi m/s$에 해당하는 값이다. 구심가속도를 묻는 문제이므로 틀리다. 틀린 표현은 속력을 가속도로 본 점이며, 올바르게는 구심가속도는 $\frac{\pi^2}{2} m/s^2$이다.

② O: 계산 결과가 $\frac{\pi^2}{2} m/s^2$이므로 옳다. 반지름과 주기를 공식에 대입하면 바로 일치한다.

③ X: $\pi^2$는 속력 $\pi$를 제곱한 뒤 반지름 $r = 2$로 나누는 단계를 빠뜨리면 나오는 값이다. 틀린 표현은 $v^2$를 그대로 가속도로 본 점이며, 올바르게는 $a_c = \frac{v^2}{r} = \frac{\pi^2}{2}$이다.

④ X: $2\pi^2$는 주기 $T$를 제곱하지 않고 $a_c = \frac{4\pi^2 r}{T}$처럼 잘못 대입하면 나오는 값이다. 틀린 표현은 분모가 $T^2$여야 한다는 점을 놓친 것이며, 올바르게는 $a_c = \frac{4\pi^2 r}{T^2} = \frac{\pi^2}{2}$이다.

### 오답 포인트

속력과 가속도를 구분하지 못하면 ①로 흐르기 쉽다. 또 $a_c = \frac{v^2}{r}$에서 반지름으로 한 번 더 나누는 단계를 빼먹으면 ③, 주기를 제곱하지 않으면 ④가 나온다.

NoteBase

### 다시 나오면 이렇게 판단

등속 원운동 문제는 먼저 구하는 값이 속력인지 구심가속도인지 구분한 뒤, 반지름과 주기가 주어지면 $a_c = \frac{4\pi^2 r}{T^2}$를 바로 적용하는 방식으로 판단한다.

### 암기 포인트

등속 원운동에서 구심가속도는 $a_c = \frac{v^2}{r} = \frac{4\pi^2 r}{T^2}$이며, 주기는 항상 제곱되어 분모에 들어간다.

**문 7. 반지름이 각각 $R$, $\frac{1}{2}R$인 두 구형의 물체 A, B가 흑체복사를 하고 있다. 물체 A와 B의 표면 온도가 각각 절대온도 $T$, $2T$일 때, 물체 B가 1초당 방출하는 에너지는 물체 A가 1초당 방출하는 에너지의 몇 배인가? (단, 두 물체의 방출률 $e$는 동일하다)**

① 1

② 2

③ 4

④ 8

**정답 3번**

**출제 포인트**

이 문제는 스테판-볼츠만 법칙 $P = e\sigma AT^4$를 이용해 두 구형 물체의 단위시간당 복사 에너지 비를 구하는 문제이다.

**조건 정리**

주어진 값: A의 반지름은 $R$, 표면 온도는 $T$이다. B의 반지름은 $\frac{1}{2}R$, 표면 온도는 $2T$이다. 두 물체의 방출률 $e$는 동일하다.
구해야 할 값: B가 1초당 방출하는 에너지가 A의 몇 배인지이다.
주의할 조건: 구의 표면적은 $4\pi r^2$이고, 복사 에너지는 온도의 1제곱이 아니라 4제곱에 비례한다.

**사용할 공식**

사용 공식은 $P = e\sigma AT^4$이다.
이 공식을 쓰는 이유: 두 물체가 같은 방출률로 복사하므로 복사 파워의 비는 표면적 비와 $T^4$ 비만 비교하면 되기 때문이다.

**계산 과정**

1. A의 표면적은 $4\pi R^2$이다.
2. B의 표면적은 $4\pi(\frac{R}{2})^2 = \pi R^2$이므로 A의 $\frac{1}{4}$배이다.
3. 온도 항의 비는 $(\frac{2T}{T})^4 = 2^4 = 16$이다.
4. 따라서 복사 파워의 비는 $\frac{P_B}{P_A} = \frac{1}{4} \times 16 = 4$이다.

NoteBase

### 선지 판단

1번: X. 값 1은 반지름이 줄어 표면적이 $\frac{1}{4}$배가 되는 점만 보고 온도 4제곱 효과를 놓치면 나오는 판단이다. 틀린 표현은 비가 1배라는 점이고, 올바르게는 4배이다.
2번: X. 값 2는 온도 상승 효과를 과소평가하거나 $T^4$ 대신 $T^2$처럼 잘못 처리할 때 나오는 값이다. 틀린 표현은 비가 2배라는 점이고, 올바르게는 표면적 $\frac{1}{4}$배와 온도항 16배를 곱한 4배이다.
3번: O. 표면적 비 $\frac{1}{4}$와 온도항 비 16을 곱하면 4가 되므로 옳다.
4번: X. 값 8은 온도 효과 16배는 반영했지만 표면적 감소를 $\frac{1}{2}$배로 잘못 본 경우에 해당한다. 틀린 표현은 비가 8배라는 점이고, 올바르게는 구의 표면적이 반지름 제곱에 비례하므로 B의 표면적은 $\frac{1}{4}$배이고 최종 비는 4배이다.

### 오답 포인트

반지름이 $\frac{1}{2}$가 되면 표면적은 $\frac{1}{2}$배가 아니라 $\frac{1}{4}$배가 된다. 또 복사 파워는 온도에 선형 비례하지 않고 $T^4$에 비례하므로, 반지름 효과와 온도 4제곱 효과를 함께 곱해야 한다.

### 다시 나오면 이렇게 판단

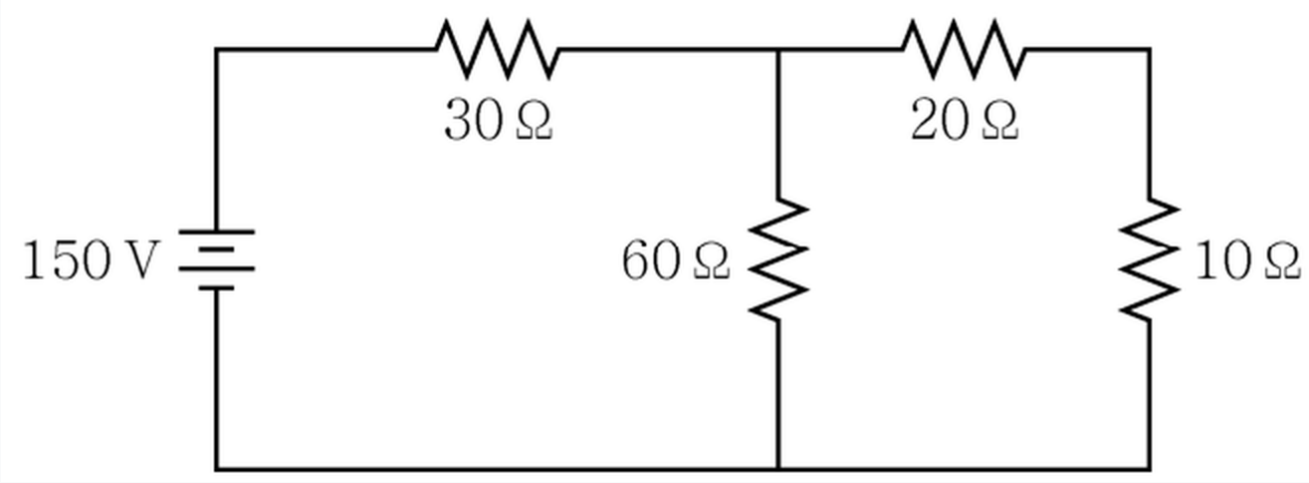
복사 에너지 비 문제는 먼저 $P = e\sigma AT^4$를 떠올리고, 같은 $e$와 $\sigma$는 약분한 뒤 표면적 비와 온도 4제곱 비를 따로 계산해서 마지막에 곱하면 된다.

### 암기 포인트

흑체복사 비는 표면적 비와 $T^4$ 비의 곱이며, 구의 표면적은 반지름 제곱에 비례한다.

NoteBase

**문 8. 다음의 회로에서 10Ω 저항기 양단의 전위차($V$)와 60Ω 저항기에 흐르는 전류($I$)를 바르게 연결한 것은? (단, 전지의 내부저항은 고려하지 않는다)**




① $V$: 20 V, $I$: 1 A

② $V$: 20 V, $I$: 2 A

③ $V$: 30 V, $I$: 1 A

④ $V$: 30 V, $I$: 2 A

**정답 1번**

**출제 포인트**

이 문제는 직렬·병렬 회로의 등가저항을 구한 뒤 분기 전압과 분기 전류를 계산할 수 있는지를 묻는다.

**조건 정리**

주어진 값: 전원 전압은 150 V, 왼쪽 위 저항은 30Ω, 가운데 가지 저항은 60Ω, 오른쪽 가지는 20Ω와 10Ω의 직렬이다.
구해야 할 값: 10Ω 저항 양단의 전위차 $V$, 60Ω 저항에 흐르는 전류 $I$이다.
주의할 조건: 60Ω과 (20Ω + 10Ω)는 서로 병렬이고, 그 병렬묶음이 맨 앞 30Ω과 직렬이다.

**사용할 공식**

직렬 연결에서는 저항이 더해지고, 병렬 연결에서는 $\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$가 성립한다. 전압과 전류는 옴의 법칙 $V = IR$로 구한다.
이 공식을 쓰는 이유: 회로가 '30Ω 직렬 + 두 갈래 병렬' 구조이므로 먼저 등가저항을 구한 뒤 전체 전류, 분기 전압, 분기 전류를 차례로 구할 수 있다.

NoteBase

**계산 과정**

1. 오른쪽 가지의 직렬저항은 $20\Omega + 10\Omega = 30\Omega$이다.
2. 병렬 부분의 등가저항은 $60\Omega$과 $30\Omega$의 병렬이므로 $R_p = \frac{60 \times 30}{60 + 30} = 20\Omega$이다.
3. 전체 저항은 $30\Omega + 20\Omega = 50\Omega$이므로 전체 전류는 $I_{\text{total}} = \frac{150}{50} = 3A$이다.
4. 맨 앞 $30\Omega$에서의 전압강하는 $3 \times 30 = 90V$이므로 병렬 부분에 걸리는 전압은 $150 - 90 = 60V$이다.
5. $60\Omega$ 가지 전류는 $I = \frac{60}{60} = 1A$이다.
6. 오른쪽 가지 전류는 $\frac{60}{30} = 2A$이므로 $10\Omega$ 저항의 전위차는 $V = 2 \times 10 = 20V$이다.

**선지 판단**

1번: O. 계산 결과 $10\Omega$ 저항 양단 전위차는 20 V이고 $60\Omega$ 저항 전류는 1 A이므로 옳다.
2번: X. 전위차 20 V는 맞지만 $60\Omega$ 저항 전류를 2 A로 본 부분이 틀리다. 2 A는 $20\Omega$와 $10\Omega$가 직렬인 오른쪽 가지에 흐르는 전류이다. 올바르게는 $I = 1A$이다.
3번: X. $10\Omega$ 저항 전위차를 30 V로 본 부분이 틀리다. 30 V는 오른쪽 가지 전체 전류 3 A라고 잘못 보거나 병렬 전압 60 V를 두 저항에 잘못 나누었을 때 나오는 값이다. 올바르게는 오른쪽 가지 전류가 2 A이므로 $10\Omega$에는 20 V가 걸린다.
4번: X. $10\Omega$ 저항 전위차 30 V와 $60\Omega$ 전류 2 A가 모두 틀리다. 올바르게는 $10\Omega$ 저항 전위차는 20 V, $60\Omega$ 저항 전류는 1 A이다.

**오답 포인트**

병렬 가지에 걸리는 전압 60 V를 각 저항에 그대로 걸리는 전압과 혼동하면 틀린다. $60\Omega$에는 60 V가 그대로 걸리지만, 오른쪽 가지는 $20\Omega$와 $10\Omega$의 직렬이므로 60 V가 두 저항에 전류 2 A를 통해 나누어 걸린다.

**다시 나오면 이렇게 판단**

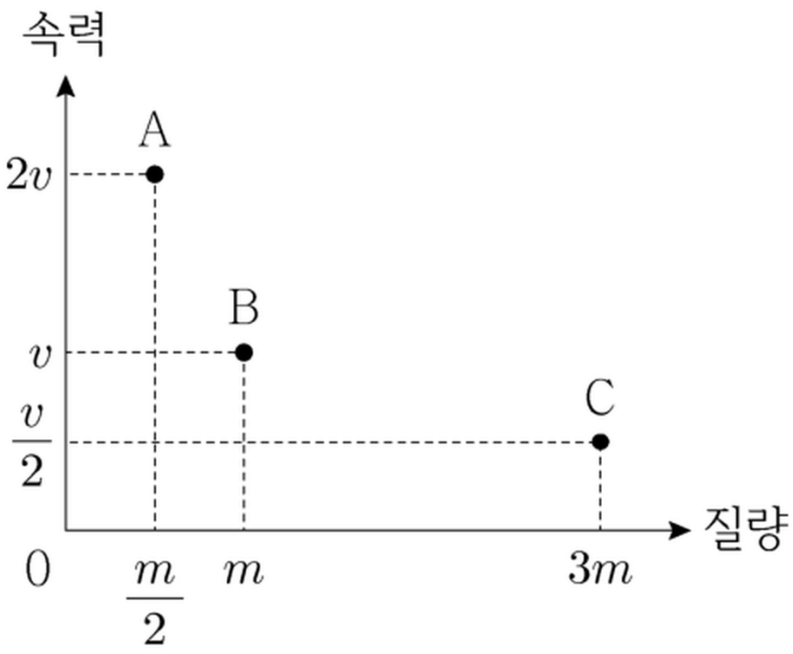
회로 문제는 먼저 직렬과 병렬 묶음을 다시 그려 등가저항을 구하고, 전체 전류를 계산한 뒤, 병렬 부분 전압을 구해서 각 가지 전류와 각 저항 전압을 순서대로 판단한다.

**암기 포인트**

병렬은 전압이 같고, 직렬은 전류가 같다는 기준으로 회로를 쪼개면 계산이 정리된다.

NoteBase

**문 9. 그림은 세 입자 A, B, C의 질량과 속력을 나타낸 것이다. 입자 A, B, C의 드브로이 파장을 각각 $\lambda_A$, $\lambda_B$, $\lambda_C$라고 할 때, 파장을 큰 것부터 순서대로 바르게 나열한 것은? (단, 상대론적 효과는 무시한다)**




① $\lambda_A, \lambda_B, \lambda_C$

② $\lambda_A, \lambda_B = \lambda_C$

③ $\lambda_A = \lambda_B, \lambda_C$

④ $\lambda_C, \lambda_B, \lambda_A$

**정답 3번**

**출제 포인트**

이 문제는 비상대론적 드브로이 파장식 $\lambda = h/p = h/(mv)$를 이용해 세 입자의 운동량을 비교하고, 그 역순으로 파장을 판단하는 문제이다.

**조건 정리**

주어진 값은 A가 질량 $m/2$, 속력 $2v$, B가 질량 $m$, 속력 $v$, C가 질량 $3m$, 속력 $v/2$이다. 구해야 할 값은 각 입자의 드브로이 파장 크기 비교이다. 상대론적 효과를 무시하므로 운동량은 $p = mv$로 둔다.

NoteBase

### 사용할 공식

사용할 공식은 $\lambda = h/p$, $p = mv$이다.
이 공식을 쓰는 이유는 드브로이 파장이 운동량에 반비례하고, 문제에서 각 입자의 질량과 속력이 직접 주어졌기 때문이다.

### 계산 과정

1. A의 운동량은 $p_A = (m/2) \cdot 2v = mv$이다.
2. B의 운동량은 $p_B = m \cdot v = mv$이다.
3. C의 운동량은 $p_C = 3m \cdot (v/2) = 3mv/2$이다.
4. 따라서 $p_A = p_B < p_C$이다.
5. 드브로이 파장은 운동량에 반비례하므로 $\lambda_A = \lambda_B > \lambda_C$이다.

### 선지별 해설

① X: A와 B의 운동량이 모두 $mv$이므로 $\lambda_A$와 $\lambda_B$는 같아야 한다. 이 선지는 큰 것부터 단순히 $\lambda_A, \lambda_B, \lambda_C$로 나열해 $\lambda_A > \lambda_B$처럼 처리한 점이 틀렸다. 올바르게는 $\lambda_A = \lambda_B > \lambda_C$이다.
② X: B와 C의 파장이 같으려면 운동량이 같아야 하는데 $p_B = mv$, $p_C = 3mv/2$로 서로 다르다. 이 선지의 틀린 표현은 $\lambda_B = \lambda_C$이다. 올바르게는 $\lambda_B > \lambda_C$이다.
③ O: $p_A = p_B$이므로 $\lambda_A = \lambda_B$이고, $p_C$가 더 크므로 $\lambda_C$가 가장 작다. 따라서 $\lambda_A = \lambda_B > \lambda_C$가 맞다.
④ X: C는 질량이 가장 크고 속력도 $v/2$이지만 운동량은 $3mv/2$로 가장 크다. 드브로이 파장은 운동량이 클수록 작아지므로 $\lambda_C$가 가장 클 수 없다. 올바르게는 $\lambda_A = \lambda_B > \lambda_C$이다.

### 오답 포인트

속력이 큰 A의 파장이 무조건 가장 크다고 보거나, 질량이 큰 C의 속력이 작으니 파장이 클 것이라고 단정하면 틀리기 쉽다. 이 문항의 함정은 질량과 속력을 따로 보지 말고 반드시 운동량 $mv$를 먼저 계산해야 한다는 점과, A와 B처럼 운동량이 같으면 파장도 같다는 점이다.

### 다시 나오면 이렇게 판단

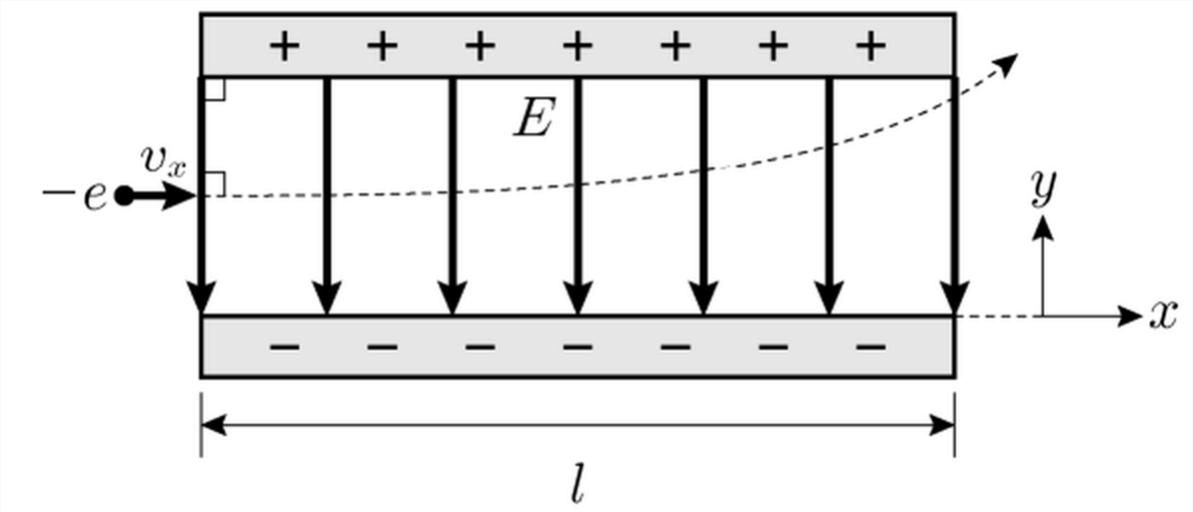
드브로이 파장 비교 문제는 먼저 각 입자의 운동량 $p = mv$를 구해 크기를 정리한 뒤, $\lambda = h/p$이므로 운동량 순서를 뒤집어 판단하면 된다. 운동량이 같으면 파장도 같다고 바로 연결하면 된다.

### 암기 포인트

비상대론적 드브로이 파장은 $\lambda \propto 1/(mv)$이다. 운동량이 같으면 파장도 같고, 운동량이 크면 파장은 작다.

NoteBase

**문 10. 그림과 같이 전자가 평행한 두 도체판 사이에 형성된 균일한 전기장 $E$가 작용하는 영역에 초기 속력 $v_x$로 수직입사하고 있다. 전자가 도체판과 충돌하지 않고, 도체판 사이를 빠져나가는 순간 $y$방향 속도($v_y$)의 크기는? (단, 전자의 질량은 $m$, 전자의 전하량은 $-e$, 도체판의 길이는 $l$이고, 중력의 영향은 무시한다)**




① $\frac{eEl}{mv_x}$
② $\frac{eEl}{2mv_x}$
③ $\frac{eEl^2}{mv_x^2}$
④ $\frac{eEl^2}{2mv_x^2}$

**정답 1번**

### 출제 포인트

이 문제는 균일한 전기장에서 전자가 도체판 사이를 지나는 동안의 시간과 $F = qE$, $a = F/m$, $v_y = at$를 연결해 출구 순간의 $y$방향 속도를 구하는 문제이다.

### 조건 정리

주어진 값: 전기장 크기 $E$, 전자의 질량 $m$, 전하량 $-e$, 도체판 길이 $l$, 초기 $x$방향 속도 $v_x$이다.
구해야 할 값: 도체판을 빠져나가는 순간의 $y$방향 속도 크기 $v_y$이다.
주의할 조건: 전기장은 아래쪽이지만 전자는 음전하이므로 힘과 가속도는 위쪽이다. 속도의 크기만 묻고, $x$방향 속도는 일정하다.

### 사용할 공식

$F = qE$, $a_y = \frac{|q|E}{m} = \frac{eE}{m}$, $t = \frac{l}{v_x}$, $v_y = a_y t$이다.
이 공식을 쓰는 이유: 균일한 전기장 안에서는 $y$방향 가속도가 일정하고, $x$방향에는 힘이 없어 전자는 길이 $l$을 속도 $v_x$로 등속 통과한다.

NoteBase

### 계산 과정

1. 전자에 작용하는 힘의 크기는 $eE$이므로 $y$방향 가속도 크기는 $a_y = \frac{eE}{m}$이다.
2. 도체판 사이에 머무는 시간은 $t = \frac{l}{v_x}$이다.
3. 처음 $y$방향 속도는 0이므로 출구 순간 속도 크기는 $v_y = a_y t = \frac{eE}{m} \cdot \frac{l}{v_x} = \frac{eEl}{mv_x}$이다.

### 선지별 해설

① O: 계산 결과 $v_y = \frac{eEl}{mv_x}$이므로 정답이다.
② X: 값이 절반으로 줄 이유가 없다. $\frac{1}{2}$는 변위식 $y = \frac{1}{2}at^2$에서 나오는 계수인데, 이 문항은 속도 $v_y = at$를 묻는다. 틀린 표현 $\frac{eEl}{2mv_x}$ → 올바르게는 $\frac{eEl}{mv_x}$이다.
③ X: 시간에 제곱이 붙어 $t^2$를 사용한 값이므로 변위를 속도로 착각한 결과이다. 또한 단위도 속도 단위가 아니다. 틀린 표현 $\frac{eEl^2}{mv_x^2}$ → 올바르게는 $\frac{eEl}{mv_x}$이다.
④ X: ③처럼 $t^2$를 써서 변위형으로 계산했고, 여기에 $\frac{1}{2}$까지 붙인 값이다. 틀린 표현 $\frac{eEl^2}{2mv_x^2}$ → 올바르게는 $\frac{eEl}{mv_x}$이다.

### 오답 포인트

전기장 방향이 아래쪽이라는 사실만 보고 전자도 아래로 가속된다고 보면 부호를 틀리기 쉽다. 또 $v_y$를 묻는지, $y$방향 변위를 묻는지 구분하지 않으면 $t$ 대신 $t^2$를 넣거나 $\frac{1}{2}$를 잘못 붙이게 된다.

### 다시 나오면 이렇게 판단

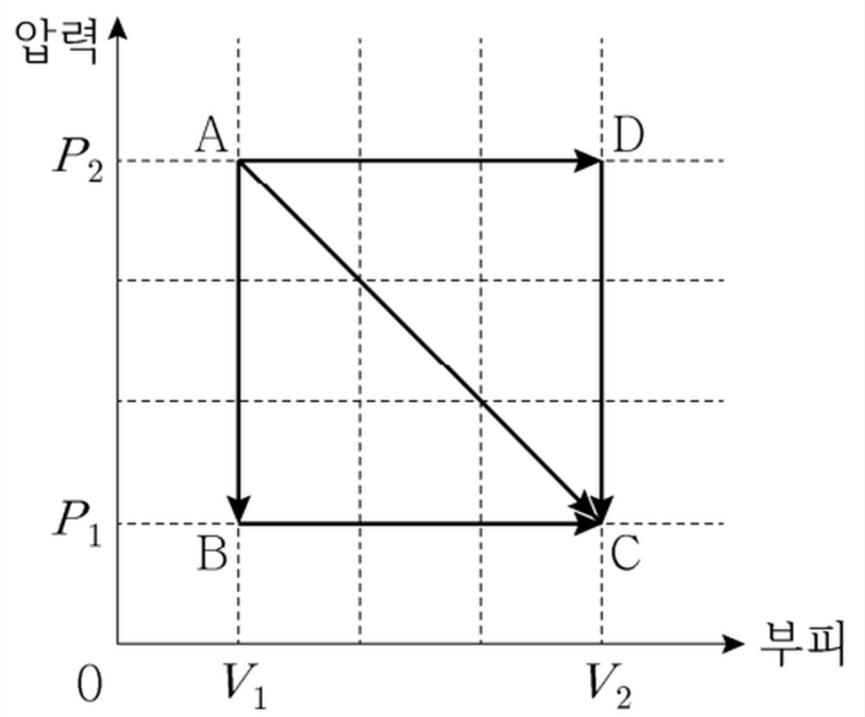
균일장 운동 문제는 먼저 전하 부호로 힘 방향을 정하고, $x$방향 통과 시간 $t = \frac{l}{v_x}$를 구한 뒤, 속도를 묻는지 변위를 묻는지 나누어 $v = at$ 또는 $y = \frac{1}{2}at^2$를 선택하면 된다.

### 암기 포인트

균일한 전기장에서 출구 속도는 가속도 × 통과시간이며, 전자는 전기장과 반대방향으로 가속된다.

NoteBase

**문 11. 그림은 1몰의 이상기체의 상태가 A에서 C로 변하는 세 경로를 나타낸 것이다. 이 세 경로 중 이상기체가 가장 큰 일을 하는 경로는?**




① 경로 A → C

② 경로 A → B → C

③ 경로 A → D → C

④ 세 경로에서 이상기체가 한 일은 동일하다.

**정답 3번**

**출제 포인트**

압력-부피 그래프에서 기체가 한 일은 경로 아래 넓이 $W = \int PdV$로 결정되며, 같은 시작점과 끝점이라도 경로에 따라 일이 달라진다는 점을 묻는 문항이다.

NoteBase

### 선지별 해설

① X: 경로 A→C의 일은 직선 아래 면적이므로 $W = \frac{P_1 + P_2}{2}(V_2 - V_1)$이다. 이는 $P_1(V_2 - V_1)$보다 크고 $P_2(V_2 - V_1)$보다 작다. 틀린 표현은 '가장 큰 일'이며, 올바르게는 '중간 크기의 일'이다.
② X: 경로 A→B→C에서는 A→B가 등적 변화이므로 일이 0이고, B→C에서만 $W = P_1(V_2 - V_1)$가 된다. 세 경로 중 가장 작다. 틀린 표현은 '가장 큰 일'이며, 올바르게는 '가장 작은 일'이다.
③ O: 경로 A→D→C에서는 A→D가 압력 $P_2$에서의 등압 팽창이므로 $W = P_2(V_2 - V_1)$이고, D→C는 등적 변화라 일이 0이다. 세 경로 중 압력이 가장 높은 상태에서 부피가 늘어나므로 면적이 가장 커진다.
④ X: 세 경로의 시작점과 끝점은 같아도 일은 상태량이 아니라 경로함수이므로 동일하지 않다. 틀린 표현은 '한 일은 동일하다'이며, 올바르게는 '내부에너지 변화는 같을 수 있으나 한 일은 경로에 따라 달라진다.'

### 오답 포인트

같은 A와 C를 잇는다는 이유로 일을 같다고 보는 착각이 대표적 함정이다. 이 문항은 최종 상태가 아니라 $P - V$ 그래프 아래 면적을 비교해야 하므로, 높은 압력에서 길게 수평 이동한 ③이 최대가 된다.

### 다시 나오면 이렇게 판단

일을 묻는 $P - V$ 그래프는 먼저 수직 구간과 수평 구간을 분리해 본다. 수직 구간은 $dV = 0$이어서 일이 0이고, 수평 구간은 $P\Delta V$가 된다. 직선 경로는 평균 압력을 곱한 면적으로 판단한다.

### 암기 포인트

$P - V$ 그래프의 일은 '아래 면적'이며, 같은 $\Delta V$라면 더 높은 압력에서 팽창한 경로가 더 큰 일을 한다.

NoteBase

**문 12. 질량이 $m$인 물체가 일정한 속도 $v$로 운동하다 벽과 정면충돌하였다. 벽과 충돌 전후 물체의 속도는 크기가 같고 방향은 정반대였다. 충돌 시간이 $\Delta t$일 때, 벽이 물체에 가한 평균 힘의 크기는? (단, 벽과 물체 사이의 마찰과 중력은 무시한다)**

① $\frac{mv}{\Delta t}$
② $\frac{2mv}{\Delta t}$
③ $\frac{mv^2}{\Delta t}$
④ $\frac{2mv^2}{\Delta t}$

**정답 2번**

### 출제 포인트

이 문제는 충돌 전후의 운동량 변화량을 이용해 평균 힘의 크기를 구하는 문제이다.

### 조건 정리

주어진 값은 질량 $m$, 충돌 전 속도 $v$, 충돌 후 속도 크기 $v$, 충돌 시간 $\Delta t$이다.
구해야 할 값은 벽이 물체에 가한 평균 힘의 크기이다.
주의할 조건은 충돌 후 속도의 방향이 정반대라는 점이므로 운동량 변화량의 크기가 $mv$가 아니라 $2mv$가 된다는 점이다.

### 사용할 공식

사용할 공식은 $F_{\text{avg}} = \frac{|\Delta p|}{\Delta t}$이다.
이 공식을 쓰는 이유는 평균 힘이 충격량과 운동량 변화량의 관계 $F_{\text{avg}}\Delta t = \Delta p$로 바로 연결되기 때문이다.

### 계산 과정

1. 물체가 벽 쪽으로 $v$로 접근한다고 두면 충돌 전 운동량은 $p_i = mv$이다.
2. 충돌 후에는 같은 속력으로 반대 방향이므로 충돌 후 운동량은 $p_f = -mv$이다.
3. 운동량 변화량은 $\Delta p = p_f - p_i = -mv - mv = -2mv$이므로 그 크기는 $|\Delta p| = 2mv$이다.
4. 따라서 평균 힘의 크기는 $F_{\text{avg}} = \frac{|\Delta p|}{\Delta t} = \frac{2mv}{\Delta t}$이다.

NoteBase

### 선지별 해설

① X
$\frac{mv}{\Delta t}$는 속도의 방향 반전을 반영하지 않아 운동량 변화량을 $mv$로 잘못 본 값이다. 올바르게는 충돌 전후 운동량의 차가 $2mv$이므로 $\frac{2mv}{\Delta t}$가 된다.

② O
충돌 전후 속력은 같고 방향만 반대이므로 운동량 변화량의 크기는 $2mv$이다. 이를 충돌 시간 $\Delta t$로 나누면 평균 힘의 크기는 $\frac{2mv}{\Delta t}$가 된다.

③ X
$\frac{mv^2}{\Delta t}$는 평균 힘을 운동에너지 변화처럼 처리한 형태라서 잘못이다. 이 문제는 힘을 운동량 변화량으로 구해야 하므로 $v^2$가 아니라 $v$가 들어가야 하고, 올바르게는 $\frac{2mv}{\Delta t}$이다.

④ X
$\frac{2mv^2}{\Delta t}$는 ③과 같은 $v^2$ 오용에 계수 2만 붙인 값이다. 평균 힘은 $\frac{|\Delta p|}{\Delta t}$로 구하므로 속도는 1제곱으로 들어가며, 올바르게는 $\frac{2mv}{\Delta t}$이다.

### 오답 포인트

가장 흔한 함정은 충돌 후 속도의 방향이 반대라는 문장을 놓쳐서 운동량 변화량을 $mv$로 줄여 버리는 것이다. 또 힘을 운동에너지와 혼동해 $v^2$가 들어간 식을 고르는 실수도 자주 나온다.

### 다시 나오면 이렇게 판단

충돌 문제는 먼저 충돌 전후 속도의 방향을 부호로 적고, 다음에 $\Delta p = p_f - p_i$를 구한 뒤, 마지막에 $F_{\text{avg}} = \frac{|\Delta p|}{\Delta t}$를 적용하면 된다.

### 암기 포인트

정면 반사 충돌에서 속력은 같고 방향만 반대이면 운동량 변화량의 크기는 $2mv$이다.

NoteBase

**문 13. 파장 400 nm 단색광의 속력이 유리에서 $\frac{2}{3}c$라면, 유리의 굴절률은? (단, $c$는 진공에서 빛의 속력이다)**

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

**정답 4번**

### 출제 포인트

이 문제는 매질에서의 빛의 속력과 굴절률의 관계 $n = \frac{c}{v}$를 이용해 유리의 굴절률을 구하는 문제이다.

### 조건 정리

주어진 값: 파장 400 nm 단색광, 유리에서의 속력 $v = \frac{2}{3}c$
구해야 할 값: 유리의 굴절률 $n$
주의할 조건: 굴절률은 파장이 아니라 속력비 $\frac{c}{v}$로 정해지므로, 400 nm는 계산에 직접 쓰이지 않는다.

### 사용할 공식

굴절률은 $n = \frac{c}{v}$이다.
이 공식을 쓰는 이유: 굴절률은 진공에서의 빛의 속력을 매질에서의 빛의 속력으로 나눈 값으로 정의되기 때문이다.

### 계산 과정

1. 문제에서 유리 속 빛의 속력은 $v = \frac{2}{3}c$이다.
2. 굴절률 공식에 대입하면 $n = \frac{c}{v} = \frac{c}{\frac{2}{3}c} = \frac{3}{2}$ 이다.
3. 따라서 유리의 굴절률은 $\frac{3}{2}$이다.

### 선지별 해설

① X: $\sqrt{\frac{2}{3}}$는 굴절률 정의와 맞지 않는다. 틀린 표현은 굴절률을 제곱근 형태로 본 점이다. 올바르게는 $n = \frac{c}{v} = \frac{3}{2}$ 이다.
② X: $\frac{2}{3}$는 굴절률이 아니라 속력비 $\frac{v}{c}$이다. 틀린 표현은 속력비를 그대로 굴절률로 둔 점이다. 올바르게는 그 역수인 $\frac{c}{v} = \frac{3}{2}$이다.
③ X: $\sqrt{\frac{3}{2}}$도 굴절률 정의와 맞지 않는다. 틀린 표현은 역수를 취한 뒤 다시 제곱근까지 적용한 점이다. 올바르게는 제곱근 없이 $\frac{3}{2}$이다.
④ O: $n = \frac{c}{v} = \frac{c}{\frac{2}{3}c} = \frac{3}{2}$이므로 옳다.

NoteBase

### 오답 포인트

문제에 제시된 파장 400 nm에 시선이 끌려 불필요한 계산을 하거나, 굴절률 $n$을 $\frac{v}{c}$로 거꾸로 쓰는 실수가 자주 나온다. ②는 이 역수 혼동을 노린 선지이고, ①과 ③은 근거 없는 제곱근 처리라는 오개념을 건드린다.

### 다시 나오면 이렇게 판단

매질에서 빛의 속력이 주어지면 먼저 굴절률 정의 $n = \frac{c}{v}$를 적용한다. 속력비가 $\frac{2}{3}$처럼 주어졌다면 굴절률은 그 역수라는 점만 확인하면 빠르게 판단할 수 있다.

### 암기 포인트

굴절률은 속력이 느려진 정도이므로 $n = \frac{c}{v}$이고, $v = \frac{2}{3}c$이면 $n = \frac{3}{2}$이다.

NoteBase

**문 14. 영의 이중 슬릿 실험에서 단색광의 파장이 500 nm, 이중 슬릿의 간격이 0.05cm, 슬릿과 스크린 사이의 거리가 1m일 때, 보강간섭무늬의 간격[mm]은?**

① 1

② 2

③ 4

④ 8

**정답 1번**

**출제 포인트**

영의 이중 슬릿 실험에서 보강간섭 무늬 간격 $\Delta y = \frac{\lambda L}{d}$를 적용해 값을 구하는 문제이다.

**조건 정리**

주어진 값은 파장 $\lambda = 500nm = 5.0 \times 10^{-7}m$, 슬릿 간격 $d = 0.05cm = 5.0 \times 10^{-4}m$, 스크린까지 거리 $L = 1m$이다.
구해야 할 값은 보강간섭 무늬 간격 $\Delta y$이다.
주의할 조건은 $nm$와 $cm$를 $m$로 바꾸는 단위 변환이다.

**사용할 공식**

영의 이중 슬릿에서 인접한 보강간섭 무늬 사이의 간격은 $\Delta y = \frac{\lambda L}{d}$ 이다.
이 공식을 쓰는 이유는 단색광이 두 슬릿을 지나 스크린에 만드는 밝은 무늬의 간격을 직접 묻고 있기 때문이다.

**계산 과정**

$\lambda = 500nm = 5.0 \times 10^{-7}m, \quad d = 0.05cm = 5.0 \times 10^{-4}m$
$\Delta y = \frac{\lambda L}{d} = \frac{(5.0 \times 10^{-7})(1)}{5.0 \times 10^{-4}} = 1.0 \times 10^{-3}m$
$1.0 \times 10^{-3}m = 1mm$
따라서 보강간섭 무늬의 간격은 1mm이다.

NoteBase

### 선지별 해설

① O: 계산 결과가 $1mm$이므로 옳다.
② X: 선지의 '2mm'가 틀렸고 올바르게는 '1mm'이다. 올바른 값의 두 배인데, $\Delta y$는 $d$에 반비례하므로 슬릿 간격을 실제의 절반인 $0.025cm$로 잘못 읽으면 $\Delta y = \frac{(5.0\times10^{-7})(1)}{2.5\times10^{-4}} = 2\times10^{-3}m = 2mm$가 되어 나오는 값이다.
③ X: 선지의 '4mm'가 틀렸고 올바르게는 '1mm'이다. 올바른 값의 네 배인데, 슬릿 간격을 실제의 $\frac{1}{4}$인 $0.0125cm$로 잘못 잡으면 $\Delta y = \frac{(5.0\times10^{-7})(1)}{1.25\times10^{-4}} = 4\times10^{-3}m = 4mm$가 되어 나오는 값이다.
④ X: 선지의 '8mm'가 틀렸고 올바르게는 '1mm'이다. 올바른 값의 여덟 배로, 슬릿 간격을 실제의 $\frac{1}{8}$인 $0.00625cm$로 잡는 식으로 $d$를 지나치게 작게 두면 나오는 과대값이다. 세 오답 모두 $\Delta y$가 $d$에 반비례한다는 점을 놓치고 슬릿 간격을 작게 잡았을 때 생긴다.

### 오답 포인트

가장 흔한 실수는 $500nm$와 $0.05cm$를 그대로 대입하거나 지수 변환을 틀리는 것이다. 이 문항은 공식 자체보다 단위 변환 정확성이 더 중요하다.

### 다시 나오면 이렇게 판단

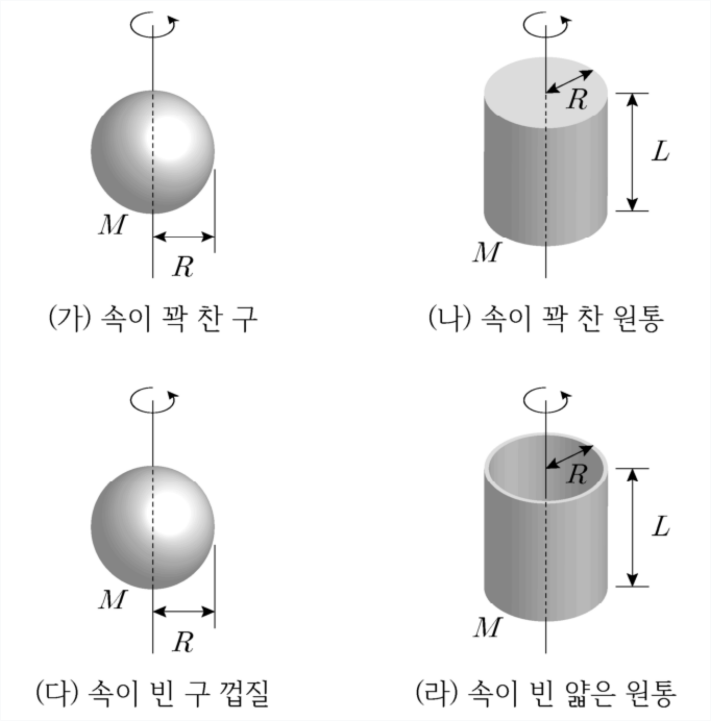
이중 슬릿 간섭 문제는 먼저 $\lambda$, $L$, $d$를 같은 단위계인 $m$로 맞춘 뒤 $\Delta y = \frac{\lambda L}{d}$를 대입해 간격을 구하면 된다.

### 암기 포인트

무늬 간격은 $\Delta y = \frac{\lambda L}{d}$이고, 파장과 스크린 거리에는 비례하고 슬릿 간격에는 반비례한다.

NoteBase

**문 15. 그림과 같이 물체의 중심을 지나는 축에 대한 회전 운동에너지가 큰 순서대로 바르게 나열한 것은? (단, 각 물체는 균일하고 질량은 $M$이며, 회전축에 대하여 같은 크기의 각속도로 회전한다)**




① (다), (가), (라), (나)

② (다), (라), (가), (나)

③ (라), (나), (다), (가)

④ (라), (다), (나), (가)

**정답 4번**

**출제 포인트**

이 문제는 같은 각속도에서 회전 운동에너지 $K = \frac{1}{2}I\omega^2$가 관성모멘트 $I$의 크기순과 같다는 점, 그리고 질량이 회전축에서 멀수록 $I$가 커진다는 점을 묻는다.

NoteBase

### 선지별 해설

1번: X. (다)>(가)는 맞지만 가장 큰 것은 (라)이다. 속이 빈 얇은 원통은 질량이 모두 반지름 $R$에 모여 있어 $I = MR^2$로 가장 크다. 틀린 배열 → 올바르게는 (라),(다),(나),(가)이다.
2번: X. (다)와 (라)의 앞뒤가 뒤바뀌었고, 뒤쪽도 (가)보다 (나)가 앞서야 한다. (라)의 $I = MR^2$가 (다)의 $I = \frac{2}{3}MR^2$보다 크고, (나)의 $I = \frac{1}{2}MR^2$가 (가)의 $I = \frac{2}{5}MR^2$보다 크다. 틀린 배열 → 올바르게는 (라),(다),(나),(가)이다.
3번: X. 맨 앞의 (라)는 맞지만 (나)와 (다)의 순서가 틀렸다. 속이 빈 구 껍질은 $I = \frac{2}{3}MR^2$, 속이 꽉 찬 원통은 $I = \frac{1}{2}MR^2$이므로 (다)가 (나)보다 크다. 틀린 배열 → 올바르게는 (라),(다),(나),(가)이다.
4번: O. (라) 속이 빈 얇은 원통, (다) 속이 빈 구 껍질, (나) 속이 꽉 찬 원통, (가) 속이 꽉 찬 구의 순서로 관성모멘트가 줄어든다. 같은 $\omega$이므로 회전 운동에너지의 크기순도 그대로 (라),(다),(나),(가)이다.

### 오답 포인트

질량과 반지름이 같으면 물체의 모양보다 질량 분포가 더 중요하다. 속이 빈 물체는 질량이 바깥쪽에 몰려 있어 $I$가 커진다. 또한 원통의 길이 $L$이 그림에 보이더라도 중심축 회전에서는 $I$ 비교식에 직접 들어가지 않는다는 점을 놓치기 쉽다.

### 다시 나오면 이렇게 판단

같은 회전축과 같은 각속도 문제는 먼저 $K \propto I$로 바꾼다. 그다음 질량이 축에서 얼마나 멀리 분포하는지를 본다. 같은 $M, R$에서는 얇은 껍질형이 속이 찬 물체보다 크고, 이 문항의 경우 $MR^2 > \frac{2}{3}MR^2 > \frac{1}{2}MR^2 > \frac{2}{5}MR^2$ 순서이다.

### 암기 포인트

회전축에서 멀수록 관성모멘트가 커지며, 같은 $M, R$에서는 빈 얇은 원통 > 빈 구 껍질 > 꽉 찬 원통 > 꽉 찬 구이다.

NoteBase

**문 16. 어떤 1몰의 단원자 이상기체의 압력($P$)과 부피($V$)가 관계식 $P = aV^2$을 만족한다. 이 기체의 압력이 처음의 두 배가 되었을 때 온도는 처음의 몇 배가 되는가? (단, $a$는 상수이다)**

① $\sqrt{2}$

② 2

③ $2\sqrt{2}$

④ 4

**정답 3번**

### 출제 포인트

이 문제는 상태방정식 $PV = RT$와 추가 관계식 $P = aV^2$를 함께 써서 압력이 2배가 될 때 온도 비를 구하는 문제이다.

### 조건 정리

주어진 값은 1몰 단원자 이상기체, $P = aV^2$, 압력이 처음의 2배라는 조건이다. 구해야 할 값은 처음 온도 대비 나중 온도의 배수이다. 주의할 조건은 압력만 변하는 것이 아니라 관계식 때문에 부피도 함께 변한다는 점이다.

### 사용할 공식

사용할 공식은 $PV = RT$, $P = aV^2$이다. 같은 기체 1몰에서는 $R$이 일정하므로 $T \propto PV$로 볼 수 있다. 또 $P = aV^2$가 주어졌으므로 압력이 바뀌면 부피가 어떻게 바뀌는지 먼저 구할 수 있다.

### 계산 과정

처음 상태를 $(P, V, T)$, 나중 상태를 $(P', V', T')$라 두면 $P' = 2P$이다. 관계식 $P = aV^2$에서 $2P = aV'^2$, $P = aV^2$이므로 $V'^2 = 2V^2$, 따라서 $V' = \sqrt{2}V$이다. 이제 이상기체 상태방정식에서 $T \propto PV$이므로 $\frac{T'}{T} = \frac{P'V'}{PV} = \frac{(2P)(\sqrt{2}V)}{PV} = 2\sqrt{2}$이다.

### 선지별 해설

① X. $\sqrt{2}$는 온도비가 아니라 부피비이다. 틀린 표현은 온도가 $\sqrt{2}$배라는 점이다. 올바르게는 부피가 $\sqrt{2}$배, 온도는 $2\sqrt{2}$배이다.

② X. 2는 압력비만 반영한 값이다. 틀린 표현은 온도가 압력과 같은 비율로만 변한다는 점이다. 올바르게는 부피도 함께 $\sqrt{2}$배 변하므로 온도는 $2\sqrt{2}$배이다.

③ O. 압력이 2배가 되면 관계식 $P = aV^2$에 의해 부피는 $\sqrt{2}$배가 되고, 이상기체에서 온도는 $PV$에 비례하므로 $2 \times \sqrt{2} = 2\sqrt{2}$배가 된다.

④ X. 4는 압력 2배를 단순 제곱하거나 온도가 압력에만 비례한다고 잘못 본 값이다. 틀린 표현은 온도가 4배라는 점이다. 올바르게는 온도는 $2\sqrt{2}$배이다.

**오답 포인트**

가장 흔한 실수는 $T \propto P$를 기계적으로 적용하는 것이다. $T \propto P$는 부피가 일정할 때만 성립한다. 이 문항은 $P = aV^2$ 때문에 압력이 바뀌면 부피도 반드시 함께 바뀐다는 점이 함정이다.

**다시 나오면 이렇게 판단**

이상기체에 추가 관계식이 붙으면 먼저 그 관계식으로 $P$와 $V$의 변화를 연결한다. 그다음 $PV = RT$에서 $T \propto PV$ 또는 한 변수만 남긴 식으로 바꾸어 온도비를 계산한다.

**암기 포인트**

이상기체는 $PV = RT$, 추가 조건이 있으면 먼저 $P$와 $V$의 변화를 구한다. 이 문항은 압력 2배, 부피 $\sqrt{2}$배이므로 온도는 $2\sqrt{2}$배이다.

NoteBase

**문 17. 지구의 질량과 부피가 각각 지금의 8배가 된다면, 지표면에서 중력 가속도는 현재값의 몇 배가 되는가?**

① 2

② 4

③ 8

④ 16

**정답 1번**

### 출제 포인트

이 문제는 중력가속도 $g = GM/R^2$와 구의 부피가 반지름의 세제곱에 비례한다는 관계를 이용해 지표면 중력가속도의 변화를 구하는 문제이다.

### 조건 정리

주어진 값은 질량이 8배, 부피가 8배라는 조건이다. 구해야 할 값은 지표면 중력가속도가 현재값의 몇 배가 되는지이다. 부피가 8배이면 반지름은 $\sqrt[3]{8} = 2$배가 된다.

### 사용할 공식

사용할 공식은 $g = GM/R^2$이다. 지표면 중력가속도는 행성의 질량에 비례하고 중심으로부터 거리인 반지름의 제곱에 반비례하므로, 질량 변화와 반지름 변화를 함께 반영해야 한다.

### 계산 과정

1. 원래 중력가속도를 $g = GM/R^2$라고 둔다.
2. 새 행성의 질량은 $M' = 8M$, 반지름은 부피가 8배이므로 $R' = 2R$이다.
3. 따라서 새 중력가속도는 $g' = GM'/R'^2 = G(8M)/(2R)^2 = 8GM/4R^2 = 2GM/R^2 = 2g$이다.

### 선지 판단

① O: 계산 결과가 $2g$이므로 현재값의 2배가 맞다.
② X: 4배가 아니라 2배이다. 반지름이 2배가 되면 $R^2$ 효과가 1/4로 작용하는데, 이를 1/2로 잘못 처리하면 4배라는 오답이 나온다.
③ X: 8배가 아니라 2배이다. 질량만 8배라는 사실만 보고 반지름 증가를 무시한 표현이 틀렸다. 올바르게는 반지름도 2배가 되어 중력가속도는 2배만 된다.
④ X: 16배가 아니라 2배이다. 질량 8배와 반지름 2배를 곱셈으로만 처리한 표현이 틀렸다. 올바르게는 반지름 제곱이 분모로 들어가므로 $8/4 = 2$가 된다.

NoteBase

### 오답 포인트

부피가 8배라는 조건을 바로 반지름 8배로 착각하거나, 반지름이 2배일 때 분모가 2배가 아니라 4배가 된다는 점을 놓치기 쉽다. ③은 반지름 변화를 무시하는 함정이고, ②와 ④는 $R^2$ 처리를 잘못하는 함정이다.

### 다시 나오면 이렇게 판단

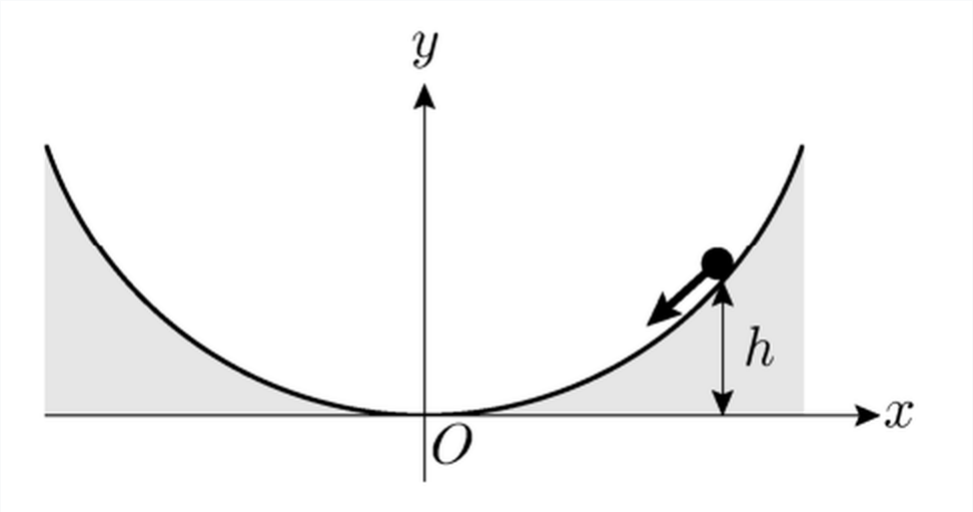
행성 중력 문제는 먼저 부피 변화에서 반지름 변화를 구하고, 그다음 $g \propto M/R^2$ 비례식에 질량과 반지름을 함께 대입해 판단한다.

### 암기 포인트

지표면 중력가속도는 $g \propto M/R^2$이고, 구의 부피가 8배이면 반지름은 2배이다.

NoteBase

**문 18. 그림은 곡면 경사로를 따라 왕복운동을 하는 질량이 $m$인 구슬을 나타낸 것이다. 구슬의 수평축 위치 $x$에 따른 경사로의 높이 $h$가 관계식 $h = \alpha x^2$을 만족한다면, 구슬의 왕복운동 주기는? (단, 구슬의 크기와 모든 마찰은 무시하고, $\alpha$는 상수, 중력 가속도는 $g$이다)**




① $\frac{2\pi}{\sqrt{\alpha g}}$
② $\frac{2\pi}{\sqrt{2\alpha g}}$
③ $2\pi\sqrt{\frac{m}{\alpha g}}$
④ $2\pi\sqrt{\frac{m}{2\alpha g}}$

**정답 2번**

**출제 포인트**

중력 퍼텐셜 에너지 $U = mgh$를 $x$에 대한 이차식으로 바꾸어 등가 용수철 상수 $k$를 찾고, 단순 조화운동의 주기 공식을 적용하는 문제이다.

**조건 정리**

- 주어진 관계식은 $h = \alpha x^2$이다.
- 퍼텐셜 에너지는 $U(x) = mgh = mg\alpha x^2$이다.
- 구해야 할 값은 왕복운동 주기 $T$이다.
- $U(x)$를 12 kx^2 꼴과 비교해 $k$를 찾아야 하며, 마지막에는 질량 $m$이 약분된다.

**사용할 공식**

U(x)=12 kx^2, T=2π(m)/(k)
이 공식을 쓰는 이유는 $U(x) = mg\alpha x^2$가 $x$에 대한 이차식이므로 평형점 $x = 0$ 부근의 운동이 단순 조화운동 꼴로 정리되기 때문이다.

NoteBase

### 계산 과정

1. 높이식으로부터 퍼텐셜 에너지를 쓰면 $U(x) = mgh = mg\alpha x^2$이다.
2. 이를 12 kx^2와 비교하면 12 k=mgα이므로 $k = 2m\alpha g$이다.
3. 따라서 주기는 $T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}} = 2\pi\sqrt{\frac{m}{2m\alpha g}} = \frac{2\pi}{\sqrt{2\alpha g}}$이다.

### 선지별 해설

① X: $\frac{2\pi}{\sqrt{\alpha g}}$는 $mg\alpha x^2$를 12 kx^2와 비교할 때 12를 빠뜨려 $k = m\alpha g$로 둔 값이다. 올바르게는 $k = 2m\alpha g$이므로 주기는 $\frac{2\pi}{\sqrt{2\alpha g}}$이다.
② O: U(x)=12 kx^2에서 $k = 2m\alpha g$가 되므로 $T = 2\pi\sqrt{m/k} = \frac{2\pi}{\sqrt{2\alpha g}}$이다.
③ X: $2\pi\sqrt{m/(\alpha g)}$는 등가 용수철 상수를 $k = m\alpha g$로 잘못 잡은 결과이다. 이때 $k$ 안의 질량 $m$이 주기식 $T = 2\pi\sqrt{m/k}$의 $m$과 서로 약분되지 못해 식에 $m$이 남는다. 올바른 $k = 2m\alpha g$를 쓰면 $m$이 소거되어 ②의 $\frac{2\pi}{\sqrt{2\alpha g}}$가 된다. 즉 ③은 ①의 정답 형태에서 $m$이 사라지지 않은, 공식 적용 오류를 보여 주는 선지이다.
④ X: $2\pi\sqrt{m/(2\alpha g)}$도 ③과 마찬가지로 $k$ 추출이 잘못되어 질량 $m$이 약분되지 않은 형태이다. $k = 2m\alpha g$로 바르게 잡으면 $m$이 소거되어 ②의 $\frac{2\pi}{\sqrt{2\alpha g}}$가 된다. 주기는 본래 $m$에 무관하므로, $m$이 남아 있다는 사실 자체가 풀이가 틀렸다는 신호이다.

### 오답 포인트

퍼텐셜 에너지 $mg\alpha x^2$를 바로 $kx^2$로 읽으면 12를 놓치게 된다. 이 문항의 핵심 함정은 mgα x^2=12 kx^2 비교에서 계수 2를 빼먹는 실수와, 최종식에서 질량 $m$이 약분된다는 사실을 놓치는 실수이다.

### 다시 나오면 이렇게 판단

퍼텐셜 에너지가 어떤 좌표 $q$에 대해 이차식 $Aq^2$로 주어지면 먼저 12 kq^2 꼴로 맞추어 $k = 2A$를 찾고, 그다음 $T = 2\pi\sqrt{m/k}$를 적용하는 순서로 판단한다.

### 암기 포인트

퍼텐셜이 $Aq^2$ 꼴이면 12 kq^2와 비교하여 $k = 2A$로 바꾼다.

NoteBase

**문 19. 어떤 금속으로부터 광전자가 방출되기 위해서는 최소 Φ의 에너지가 필요하다. 이 금속에 2Φ의 에너지를 가진 빛을 비출 때 방출되는 광전자의 최대속력 $v_A$와 3Φ의 에너지를 가진 빛을 비출 때 방출되는 광전자의 최대속력 $v_B$의 비 $\left(\frac{v_A}{v_B}\right)$는?**

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

**정답 2번**

### 출제 포인트

광전효과에서 최대운동에너지 $K_{max} = E_{photon} - \Phi$를 적용한 뒤, 속력비를 운동에너지비의 제곱근으로 연결하는지를 묻는 문제이다.

### 조건 정리

주어진 값은 일함수 Φ, 첫 번째 빛의 광자 에너지 2Φ, 두 번째 빛의 광자 에너지 3Φ이다. 구해야 할 값은 최대속력의 비 $v_A/v_B$이다. 전자의 질량은 두 경우에 같으므로 운동에너지와 속력의 관계만 비교하면 된다.

### 사용할 공식

광전효과의 최대운동에너지는 $K_{max} = E_{photon} - \Phi$이고, 전자의 운동에너지는 $K = \frac{1}{2}mv^2$이다. 이 문제는 같은 금속에서 나온 전자의 최대속력을 비교하므로 먼저 각 경우의 $K_{max}$를 구한 뒤 $v \propto \sqrt{K}$를 적용하면 된다.

### 계산 과정

첫 번째 경우에는 $K_A = 2\Phi - \Phi = \Phi$이다. 두 번째 경우에는 $K_B = 3\Phi - \Phi = 2\Phi$이다. 따라서 $\frac{v_A}{v_B} = \sqrt{\frac{K_A}{K_B}} = \sqrt{\frac{\Phi}{2\Phi}} = \sqrt{\frac{1}{2}} = \frac{1}{\sqrt{2}}$이다.

### 선지별 해설

① X. $\frac{1}{2}$는 속력을 운동에너지에 비례한다고 잘못 본 값이다. 실제로는 $v \propto \sqrt{K}$이므로 $\frac{v_A}{v_B} = \frac{1}{\sqrt{2}}$이다. 틀린 표현은 비를 그대로 1 : 2로 본 점이고, 올바르게는 운동에너지비 1 : 2의 제곱근을 취해야 한다.
② O. $K_A = \Phi$, $K_B = 2\Phi$이므로 $\frac{v_A}{v_B} = \sqrt{\frac{1}{2}} = \frac{1}{\sqrt{2}}$가 된다. 광전효과의 에너지식과 운동에너지-속력 관계를 모두 반영한 값이다.
③ X. $\sqrt{2}$는 비를 거꾸로 써서 $\frac{v_B}{v_A}$를 구한 값이다. 틀린 표현은 분자를 $v_A$가 아니라 $v_B$처럼 취급한 점이고, 올바르게는 $\frac{v_A}{v_B} = \frac{1}{\sqrt{2}}$이다.
④ X. 2는 광자 에너지나 운동에너지의 비를 속력비로 오인한 값이다. 틀린 표현은 $K_B/K_A = 2$를 그대로 속력비로 본 점이고, 올바르게는 속력비가 그 제곱근 관계를 따라 $\frac{1}{\sqrt{2}}$가 된다.

NoteBase

### 오답 포인트

광전효과 문제에서 가장 흔한 실수는 광자 에너지 증가분과 전자 속력 증가를 같은 비율로 보는 점이다. 이 문항에서는 $K_A : K_B = 1 : 2$까지는 쉽게 가지만, 속력은 운동에너지의 제곱근에 비례한다는 점을 놓치면 ①이나 ④로 흐르기 쉽다. ③은 분자와 분모를 뒤집는 역비 실수이다.

### 다시 나오면 이렇게 판단

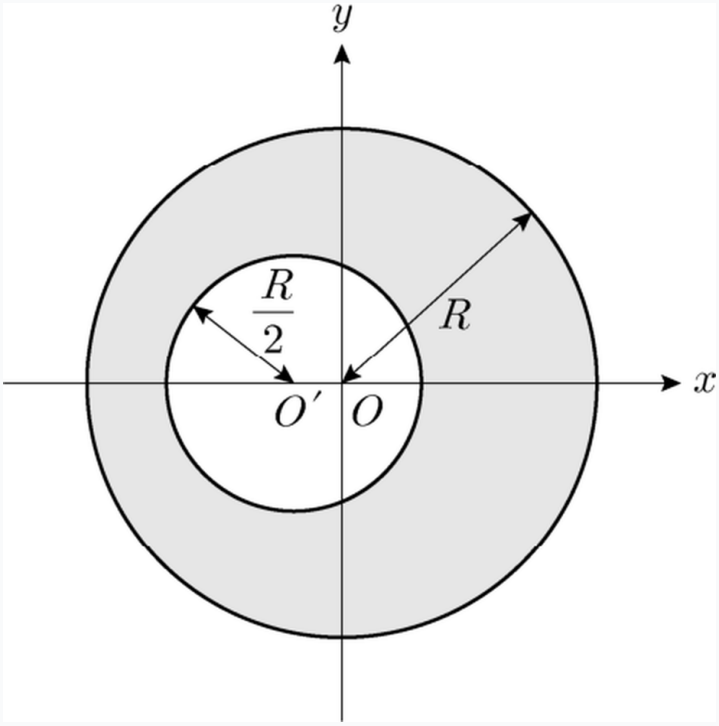
광전효과 속력 비교 문제는 먼저 $E_{photon} - \Phi$로 각 경우의 최대운동에너지를 구하고, 그다음 같은 입자의 속력비는 K의 비로 바꿔 판단하면 된다. 에너지비와 속력비를 바로 같게 두지 않으면 된다.

### 암기 포인트

광전효과에서는 $K_{max} = E - \Phi$, 같은 전자의 속력비는 운동에너지비의 제곱근이다.

NoteBase

**문 20. 반지름이 $R$인 균일한 금속판에서 그림처럼 반지름이 $\frac{R}{2}$인 원판을 떼어 내었다. 이때 만들어진 구멍이 뚫린 금속판의 질량중심은? (단, 원점 $O$의 좌표는 $(0, 0)$이며, 떼어 낸 원판의 중심 좌표 $O'$는 $\left(-\frac{R}{4}, 0\right)$이다)**




① $\left(\frac{R}{2}, 0\right)$
② $\left(\frac{R}{4}, 0\right)$
③ $\left(\frac{R}{6}, 0\right)$
④ $\left(\frac{R}{12}, 0\right)$

**정답 4번**

**출제 포인트**

이 문제는 원판에서 일부를 떼어 낸 경우를 음의 질량으로 보고 질량중심을 구하는 문제이다.

**조건 정리**

- 주어진 값: 원래 금속판의 반지름은 $R$, 떼어 낸 원판의 반지름은 $\frac{R}{2}$이다.
- 중심 위치: 원래 원판의 중심은 $O = (0, 0)$, 떼어 낸 원판의 중심은 $O' = \left(-\frac{R}{4}, 0\right)$이다.
- 구해야 할 값: 구멍이 뚫린 뒤 남은 금속판의 질량중심 좌표이다.
- 주의할 조건: 균일한 금속판이므로 질량은 면적에 비례하고, 떼어 낸 부분은 음의 질량으로 처리할 수 있다.

NoteBase

### 사용할 공식

$$x_{\text{cm}} = \frac{\sum m_i x_i}{\sum m_i}$$

이 공식을 쓰는 이유는 구멍이 뚫린 판을 원래 큰 원판과 떼어 낸 작은 원판의 합성계로 볼 수 있기 때문이다. 이때 떼어 낸 원판은 음의 질량으로 넣으면 남은 판의 질량중심을 바로 구할 수 있다.

### 계산 과정

1. 원래 큰 원판의 질량을 $M$이라 두면 그 중심은 $x = 0$이다.
2. 떼어 낸 작은 원판의 반지름은 $\frac{R}{2}$이므로 면적비는 $\left(\frac{R}{2}\right)^2 : R^2 = 1 : 4$이다. 따라서 떼어 낸 원판의 질량은 $\frac{M}{4}$이다.
3. 남은 판의 총질량은 $M - \frac{M}{4} = \frac{3M}{4}$이다.
4. $x$축 방향 질량모멘트는
$M \cdot 0 - \frac{M}{4}\left(-\frac{R}{4}\right) = \frac{MR}{16}$
이다.
5. 따라서 남은 판의 질량중심은
$x_{\text{cm}} = \frac{\frac{MR}{16}}{\frac{3M}{4}} = \frac{R}{12}$
이고, 대칭 때문에 $y_{\text{cm}} = 0$이다.
6. 최종 좌표는 $\left(\frac{R}{12}, 0\right)$이다.

### 선지별 해설

① X: $\left(\frac{R}{2}, 0\right)$는 계산 결과보다 지나치게 큰 값이다. 남은 판의 질량중심은 원점의 오른쪽으로 이동하지만 전체 반지름의 절반까지 이동하지는 않는다. 틀린 표현은 $\frac{R}{2}$이고, 올바르게는 $\frac{R}{12}$이다.
② X: $\left(\frac{R}{4}, 0\right)$는 떼어 낸 원판 중심의 거리 $\frac{R}{4}$를 그대로 옮겨 적은 값에 가깝다. 실제로는 떼어 낸 질량이 전체의 $\frac{1}{4}$이고 남은 질량이 $\frac{3}{4}$이므로 그보다 더 작은 $\frac{R}{12}$가 된다. 틀린 표현은 $\frac{R}{4}$이고, 올바르게는 $\frac{R}{12}$이다.
③ X: $\left(\frac{R}{6}, 0\right)$는 질량비 계산에서 분모 $\frac{3M}{4}$를 정확히 반영하지 못할 때 나올 수 있는 오답이다. 실제 합성 질량중심 계산 결과는 $\left(\frac{R}{12}, 0\right)$이다. 틀린 표현은 $\frac{R}{6}$이고, 올바르게는 $\frac{R}{12}$이다.
④ O: 떼어 낸 부분을 음의 질량으로 두고 계산하면 남은 금속판의 질량중심은 $\left(\frac{R}{12}, 0\right)$가 된다. 따라서 4번이 옳다.

### 오답 포인트

떼어 낸 원판의 중심이 왼쪽에 있으므로 남은 판의 질량중심은 오른쪽으로 이동한다는 방향 판단은 쉽지만, 이동량을 떼어 낸 중심거리 $\frac{R}{4}$와 혼동하면 ② 같은 오답에 걸리기 쉽다. 또한 남은 총질량이 $M$이 아니라 $\frac{3M}{4}$라는 점을 빠뜨리면 ③ 같은 오답이 나온다.

NoteBase

### 다시 나오면 이렇게 판단

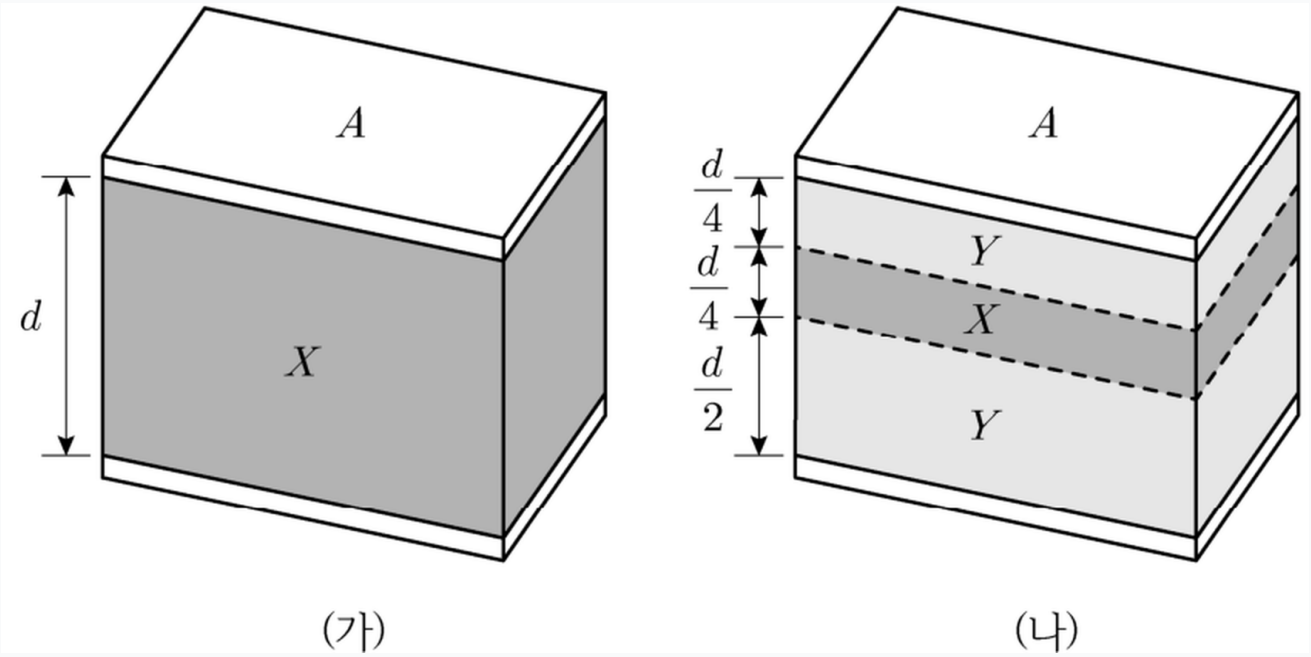
구멍이 있는 균일 평면도형의 질량중심 문제는 원래 도형에 구멍 부분을 음의 질량으로 더하는 방식으로 본다. 먼저 면적비로 질량비를 구하고, 그다음 질량모멘트를 합한 뒤 남은 총질량으로 나누면 된다.

### 암기 포인트

균일한 판의 구멍 문제는 면적비를 질량비로 바꾸고, 떼어 낸 부분은 음의 질량으로 넣어 질량중심을 계산한다.

NoteBase

**문 21. 간격이 $d$, 면적이 $A$인 평행판 축전기의 극판 사이를 그림 (가)와 같이 유전체 $X$로 모두 채우면, 축전기의 전기용량이 $C$이고, 그림 (나)와 같이 유전체 $X$와 $Y$로 채우면, 축전기의 전기용량이 $2C$이다. 유전체 $X$의 유전율이 $\varepsilon$일 때, 유전체 $Y$의 유전율은? (단, 평행판과 유전체 경계에서 발생할 수 있는 모든 효과는 무시한다)**




① $\varepsilon$

② $\frac{3}{2}\varepsilon$

③ $3\varepsilon$

④ $4\varepsilon$

**정답 3번**

### 출제 포인트

이 문제는 유전체가 두께 방향으로 층을 이루면 직렬 연결로 보고 등가 정전용량을 구할 수 있는지를 묻는 문제이다.

### 조건 정리

주어진 값: 그림 (가)에서 유전체 X만 채운 축전기의 정전용량은 $C$이고, $\varepsilon_X = \varepsilon$이다.
구해야 할 값: 유전체 Y의 유전율 $\varepsilon_Y$이다.
주의할 조건: 그림 (나)는 위에서부터 $Y$가 $d/4$, $X$가 $d/4$, 아래 $Y$가 $d/2$를 차지하므로 전기장 방향으로 층이 쌓인 직렬 구조이다.

NoteBase

### 사용할 공식

유전체 X만 채운 경우 $C = \frac{\varepsilon A}{d}$이다.
그림 (나)의 등가 정전용량은 직렬 연결이므로
$\frac{1}{C_{eq}} = \frac{d/4}{\varepsilon_Y A} + \frac{d/4}{\varepsilon A} + \frac{d/2}{\varepsilon_Y A}$
이다.
이 공식을 쓰는 이유: 각 층이 평행판 사이 두께 방향으로 연속해서 놓여 있어 각 층에 걸리는 전위차가 나뉘기 때문이다.

### 계산 과정

1. 그림 (가)에서 $C = \frac{\varepsilon A}{d}$이다.
2. 그림 (나)에서 같은 유전체 Y 층을 합치면
$\frac{1}{C_{eq}} = \frac{3d}{4\varepsilon_Y A} + \frac{d}{4\varepsilon A}$
이다.
3. 문제에서 $C_{eq} = 2C = \frac{2\varepsilon A}{d}$이므로
$\frac{d}{2\varepsilon A} = \frac{3d}{4\varepsilon_Y A} + \frac{d}{4\varepsilon A}$
이다.
4. 양변에 $\frac{4A}{d}$를 곱하면
$\frac{2}{\varepsilon} = \frac{3}{\varepsilon_Y} + \frac{1}{\varepsilon}$
이므로
$\frac{1}{\varepsilon} = \frac{3}{\varepsilon_Y}$
이고,
$\varepsilon_Y = 3\varepsilon$
이다.

### 선지 판단

1번 X: $\varepsilon_Y = \varepsilon$이면 $\frac{1}{C_{eq}} = \frac{3d}{4\varepsilon A} + \frac{d}{4\varepsilon A} = \frac{d}{\varepsilon A}$가 되어 $C_{eq} = C$이다. 문제의 조건 $C_{eq} = 2C$와 맞지 않는다. 틀린 표현은 Y의 유전율을 $\varepsilon$로 둔 점이고, 올바르게는 $3\varepsilon$이다.
2번 X: $\varepsilon_Y = \frac{3}{2}\varepsilon$이면 $\frac{1}{C_{eq}} = \frac{d}{2\varepsilon A} + \frac{d}{4\varepsilon A} = \frac{3d}{4\varepsilon A}$이므로 $C_{eq} = \frac{4}{3}C$이다. 역시 $2C$가 아니다. 올바르게는 $\varepsilon_Y = 3\varepsilon$이다.
3번 O: $\varepsilon_Y = 3\varepsilon$을 대입하면 $\frac{1}{C_{eq}} = \frac{3d}{12\varepsilon A} + \frac{d}{4\varepsilon A} = \frac{d}{2\varepsilon A}$이므로 $C_{eq} = \frac{2\varepsilon A}{d} = 2C$가 된다. 조건을 정확히 만족한다.
4번 X: $\varepsilon_Y = 4\varepsilon$이면 $\frac{1}{C_{eq}} = \frac{3d}{16\varepsilon A} + \frac{d}{4\varepsilon A} = \frac{7d}{16\varepsilon A}$이므로 $C_{eq} = \frac{16}{7}C$이다. $2C$보다 크지만 정확히 일치하지 않는다. 올바르게는 $\varepsilon_Y = 3\varepsilon$이다.

### 오답 포인트

그림 (나)를 병렬 연결처럼 보면 안 된다. 면적이 나뉜 것이 아니라 두께 방향으로 유전체가 층을 이루므로 직렬 공식으로 처리해야 한다. 또한 Y가 두 구간으로 나뉘어 있어도 전체 두께를 $d/4 + d/2 = 3d/4$로 합쳐 같은 유전율 항끼리 정리할 수 있다.

NoteBase

### 다시 나오면 이렇게 판단

유전체 배치 문제는 먼저 전기장 방향과 층의 방향을 본다. 두께 방향으로 층이 쌓이면 직렬, 판의 면적을 나누어 채우면 병렬로 판단한다. 그다음 각 구간의 $d_i$, $\varepsilon_i$를 넣어 등가 정전용량을 세운다.

### 암기 포인트

평행판 축전기에서 두께 방향 분할은 직렬이므로 $\frac{1}{C}=\sum\frac{d_i}{\varepsilon_i A}$를 쓴다.

NoteBase

**문 22. 보어의 수소 원자 모형에서 에너지 준위가 각각 $n=2$, $n=3$인 상태에 있는 전자가 바닥 상태($n=1$)로 전이할 때, 방출되는 광자의 진동수는 각각 $f_{2\to1}$, $f_{3\to1}$이다. 진동수의 비 $\left(\frac{f_{3\to1}}{f_{2\to1}}\right)$는?**

① $\frac{3}{2}$
② $\frac{4}{3}$
③ $\frac{9}{8}$
④ $\frac{32}{27}$

**정답 4번**

### 출제 포인트

보어의 수소 원자 모형에서 전자가 전이할 때 방출되는 광자의 진동수는 에너지 차에 비례한다는 점을 이용해 $\frac{f_{3\to1}}{f_{2\to1}}$를 구하는 문제이다.

### 조건 정리

주어진 값은 $n=2$, $n=3$ 상태의 전자가 모두 $n=1$로 전이한다는 점이다. 구해야 할 값은 $\frac{f_{3\to1}}{f_{2\to1}}$이다. 같은 원자에서 같은 플랑크 상수 $h$를 쓰므로 진동수의 비는 전이 에너지 차의 비와 같다.

### 사용할 공식

보어 모형의 에너지 준위는 $E_n=-\frac{13.6}{n^2}$이고, 방출 광자는 $hf=\Delta E$를 만족한다. 따라서 $f\propto\Delta E$이므로 $\frac{f_{3\to1}}{f_{2\to1}}=\frac{\Delta E_{3\to1}}{\Delta E_{2\to1}}$로 계산한다.

### 계산 과정

$\Delta E_{2\to1}=13.6\left(1-\frac{1}{2^2}\right)=13.6\left(1-\frac{1}{4}\right)=13.6\cdot\frac{3}{4}$이다.
$\Delta E_{3\to1}=13.6\left(1-\frac{1}{3^2}\right)=13.6\left(1-\frac{1}{9}\right)=13.6\cdot\frac{8}{9}$이다.
따라서
$\frac{f_{3\to1}}{f_{2\to1}}=\frac{\Delta E_{3\to1}}{\Delta E_{2\to1}}=\frac{13.6\cdot\frac{8}{9}}{13.6\cdot\frac{3}{4}}=\frac{8}{9}\cdot\frac{4}{3}=\frac{32}{27}$
이므로 정답은 4번이다.

NoteBase

### 선지 판단

① X: $\frac{3}{2}$는 전이 에너지 차가 아니라 준위 번호 3과 2를 직접 비교한 값에 가깝다. 이 문제는 $n$의 비가 아니라 $1-\frac{1}{n^2}$의 비를 써야 하므로 올바르게는 $\frac{32}{27}$이다.
② X: $\frac{4}{3}$은 $1-\frac{1}{n^2}$를 $1-\frac{1}{n}$로 잘못 바꾸면 나오는 값이다. 보어 모형의 에너지 준위는 $\frac{1}{n}$이 아니라 $\frac{1}{n^2}$에 비례하므로 올바르게는 $\frac{32}{27}$이다.
③ X: $\frac{9}{8}$은 $\Delta E_{3\to1}$의 계수 $\frac{8}{9}$를 거꾸로 보거나 분자와 분모를 뒤집는 과정에서 생기는 오답이다. 실제로는 $\frac{8}{9}$를 $\frac{3}{4}$로 나누어야 하므로 올바르게는 $\frac{32}{27}$이다.
④ O: $\Delta E_{3\to1}=13.6\cdot\frac{8}{9}$, $\Delta E_{2\to1}=13.6\cdot\frac{3}{4}$이므로 진동수의 비는 $\frac{32}{27}$이 된다.

### 오답 포인트

전이 진동수 비를 물을 때 $n$값 자체를 비교하거나, $1-\frac{1}{n^2}$를 $1-\frac{1}{n}$로 착각하거나, 계산 마지막에 분자와 분모를 뒤집는 실수가 자주 나온다. 이 문항은 보어 준위식의 제곱을 정확히 기억하는지를 노린 문제이다.

### 다시 나오면 이렇게 판단

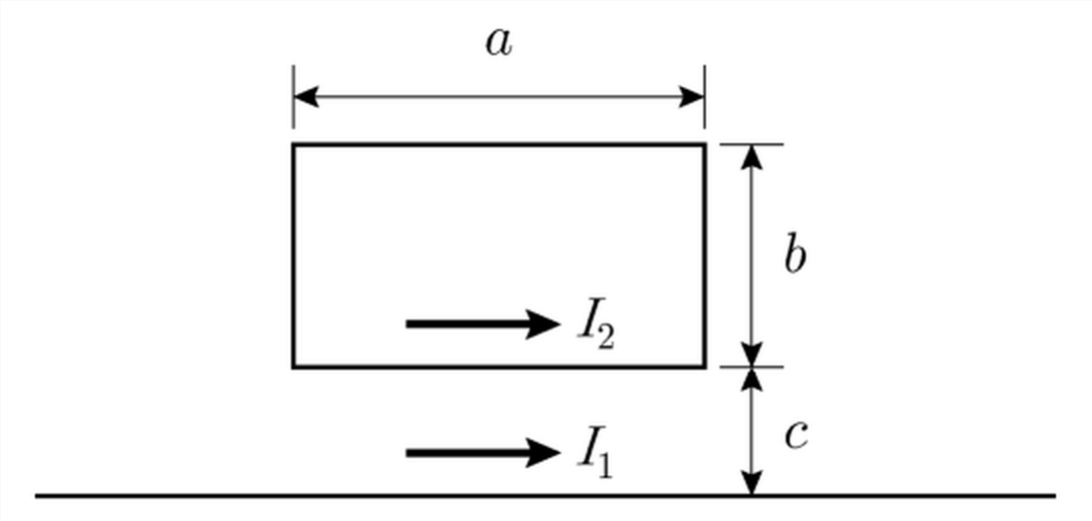
수소 원자의 전이 비율 문제는 먼저 $E_n=-\frac{13.6}{n^2}$를 쓰고, 같은 바닥상태로 가는 전이이면 $f\propto\Delta E$로 바꾼 다음, 공통상수는 약분하고 $1-\frac{1}{n^2}$만 비교하면 된다.

### 암기 포인트

수소 원자의 전이 진동수 비는 $n$의 비가 아니라 $1-\frac{1}{n^2}$의 비로 판단한다.

NoteBase

**문 23. 그림과 같이 무한히 긴 직선 형태의 도선에 전류 $I_1$이 흐르고, 동일한 평면에 위치한 직사각형 도선에는 전류 $I_2$가 흐른다. 직선 도선과 직사각형 도선은 $c$만큼 떨어져 있다. 직선 도선이 직사각형 도선 전체에 작용하는 힘의 크기는? (단, $I_1 = 2A$, $I_2 = 4A$, $a = 0.6m$, $b = 0.4m$, $c = 0.2m$이고, $\mu_0$는 진공의 투자율이다)**




① $\frac{2\mu_0}{\pi}$
② $\frac{4\mu_0}{\pi}$
③ $\frac{8\mu_0}{\pi}$
④ $\frac{16\mu_0}{\pi}$

**정답 3번**

### 출제 포인트

이 문제는 무한 직선 도선이 만드는 자기장 $B = \frac{\mu_0 I_1}{2\pi r}$과 도선에 작용하는 힘 $F = I\ell B$를 이용해 직사각형 도선 전체의 합력을 구하는 문제이다.

### 조건 정리

주어진 값은 $I_1 = 2A$, $I_2 = 4A$, $a = 0.6m$, $b = 0.4m$, $c = 0.2m$이다. 구해야 할 값은 직선 도선이 직사각형 도선 전체에 작용하는 힘의 크기이다. 아래 변은 직선 도선에서 $c$, 위 변은 $c + b$만큼 떨어져 있고, 좌우 변에 작용하는 수평력은 서로 상쇄된다.

### 사용할 공식

$r$만큼 떨어진 곳의 자기장은 $B(r) = \frac{\mu_0 I_1}{2\pi r}$이다. 길이 $a$인 수평 도선에 작용하는 힘의 크기는 $F = I_2 a B$이다. 이 공식을 쓰는 이유는 직선 도선이 만든 자기장이 직사각형의 위아래 수평 도선에 서로 다른 크기로 작용하므로, 두 수평 변의 힘을 각각 구해 합력으로 비교해야 하기 때문이다.

NoteBase

### 계산 과정

1. 아래 변은 직선 도선과 전류 방향이 같으므로 인력을 받는다. F_아래=I_2 a B(c)=I_2 a(_0 I_1)/(2π c)=4×0.6×(_0×2)/(2π×0.2)=(12_0)/(π) 2. 위 변은 직선 도선과 전류 방향이 반대이므로 척력을 받는다. F_위=I_2 a B(c+b)=I_2 a(_0 I_1)/(2π(c+b))=4×0.6×(_0×2)/(2π×0.6)=(4_0)/(π) 3. 좌우 수직 변의 힘은 크기가 같고 방향이 반대이므로 상쇄된다. 따라서 직사각형 도선 전체의 합력은 F=F_아래-F_위=(12_0)/(π)-(4_0)/(π)=(8_0)/(π) 이다.

### 선지 판단

1번 X: $\frac{2\mu_0}{\pi}$는 계산 결과와 다르다. 위아래 두 변의 힘 차를 올바르게 계산하면 $\frac{8\mu_0}{\pi}$가 된다. 1번의 값은 직사각형 전체의 합력으로는 맞지 않고, 올바르게는 $\frac{8\mu_0}{\pi}$이다.
2번 X: $\frac{4\mu_0}{\pi}$는 위쪽 변 하나에 작용하는 힘만 계산한 값이다. 문제는 직사각형 전체의 합력을 묻고 있으므로 아래 변의 $\frac{12\mu_0}{\pi}$와 위 변의 $\frac{4\mu_0}{\pi}$를 비교해 $\frac{8\mu_0}{\pi}$를 구해야 한다. 올바르게는 $\frac{8\mu_0}{\pi}$이다.
3번 O: 아래 변은 인력 $\frac{12\mu_0}{\pi}$, 위 변은 척력 $\frac{4\mu_0}{\pi}$이고 좌우 변은 상쇄되므로 합력은 $\frac{8\mu_0}{\pi}$이다.
4번 X: $\frac{16\mu_0}{\pi}$는 위아래 변의 힘 크기를 단순히 더한 값이다. 실제로는 아래 변은 아래쪽, 위 변은 위쪽으로 작용하므로 방향이 반대여서 빼야 한다. 올바르게는 $\frac{8\mu_0}{\pi}$이다.

### 오답 포인트

평행한 두 도선의 힘 방향을 혼동하면 위아래 변의 힘을 더해 4번으로 흐르기 쉽다. 또한 문제는 한 변이 아니라 직사각형 전체의 합력을 묻기 때문에 위쪽 변 하나만 계산하면 2번으로 흐르기 쉽다.

### 다시 나오면 이렇게 판단

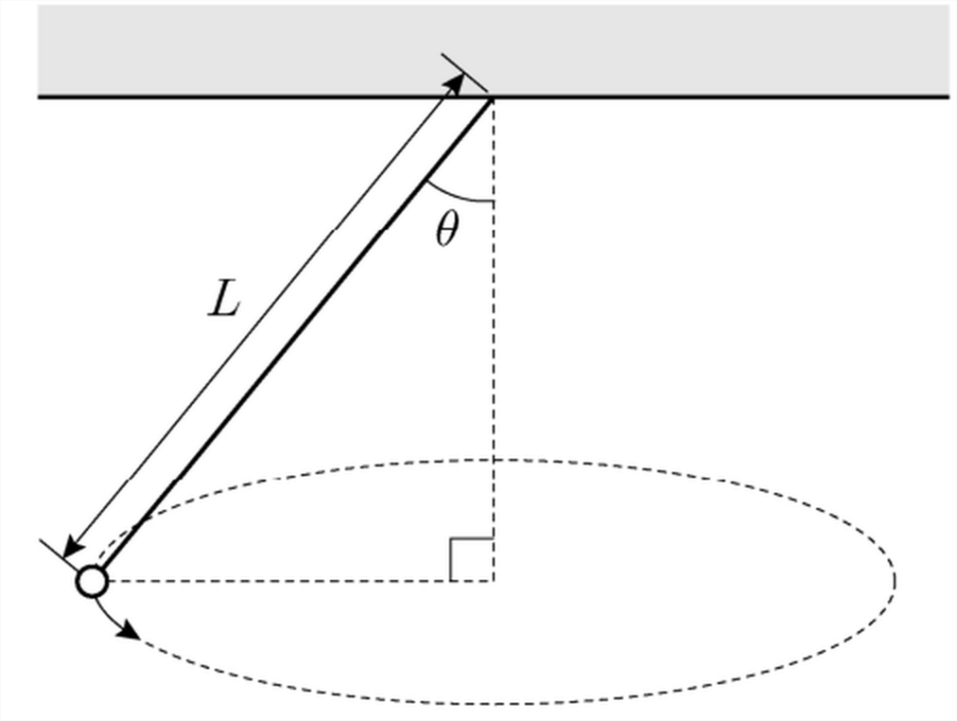
직선 도선과 폐회로가 함께 나오면 먼저 각 변의 전류 방향과 거리 $r$를 적고, $B(r)=\frac{\mu_0 I}{2\pi r}$를 적용한 뒤 같은 방향이면 인력, 반대 방향이면 척력으로 판정해 벡터합을 구하면 된다.

### 암기 포인트

무한 직선 도선 옆 직사각형 회로의 합력은 가까운 평행 변의 인력에서 먼 평행 변의 척력을 뺀 값이며, 좌우 수직 변의 힘은 서로 상쇄된다.

NoteBase

**문 24. 그림은 길이가 $L = 2\text{m}$인 줄에 매달린 물체가 수평면에서 일정한 속력으로 돌고 있는 원추 진자를 나타낸 것이다. $\tan\theta = \frac{4}{3}$일 때, 수평면에서 물체의 등속 원운동 주기[s]는? (단, 물체의 크기, 줄의 질량, 모든 마찰은 무시하고, 중력 가속도는 $10\text{m/s}^2$이다)**




① $\frac{2\pi}{5}$
② $\frac{2\pi\sqrt{2}}{5}$
③ $\frac{2\pi\sqrt{3}}{5}$
④ $\frac{4\pi}{5}$

**정답 3번**

**출제 포인트**

이 문제는 원뿔진자에서 장력의 성분과 등속 원운동 관계를 이용해 주기 $T$를 구할 수 있는지를 묻는다.

**조건 정리**

줄의 길이는 2m이고, 줄과 연직선 사이의 각은 $\theta$이다. $\tan\theta = 4/3$이므로 $\cos\theta = 3/5$, $\sin\theta = 4/5$이다. 구해야 할 값은 수평면에서의 등속 원운동 주기이다.

NoteBase

### 사용할 공식

원뿔진자에서는 수직방향 평형과 수평방향 원운동을 함께 쓴다. $S$를 장력이라 하면 $S\cos\theta = mg$, $S\sin\theta = m\omega^2 r$이다. 또 $r = L\sin\theta$이므로 $S\sin\theta = m\omega^2 L\sin\theta$, 따라서 $S = m\omega^2 L$이다. 이를 $S\cos\theta = mg$에 대입하면 $m\omega^2 L\cos\theta = mg$, 즉 $\omega^2 = g/(L\cos\theta)$가 된다. 그래서 주기는 $T = 2\pi/\omega = 2\pi\sqrt{L\cos\theta/g}$이다.

### 계산 과정

1. $\tan\theta = 4/3$이므로 직각삼각형 비에서 $\cos\theta = 3/5$이다.
2. $T = 2\pi\sqrt{L\cos\theta/g}$에 $L = 2$, $g = 10$, $\cos\theta = 3/5$를 대입한다.
3. $T = 2\pi\sqrt{\frac{2\cdot(3/5)}{10}} = 2\pi\sqrt{\frac{3}{25}} = \frac{2\pi\sqrt{3}}{5}$
4. 따라서 주기는 $2\pi\sqrt{3}/5$초이다.

### 선지 판단

1번 X: $2\pi/5$는 계산 결과와 다르다. 원뿔진자의 주기는 $\cos\theta$가 루트 안에 들어가므로 $\sqrt{3}$ 인자가 남아야 한다. 올바르게는 $2\pi\sqrt{3}/5$초이다.
2번 X: $2\pi\sqrt{2}/5$도 계산 결과와 다르다. $L = 2$만 보고 각도 정보를 불완전하게 반영하면 이런 값이 나오지만, 실제로는 $\cos\theta = 3/5$를 함께 넣어 $3/25$를 만들어야 한다. 올바르게는 $2\pi\sqrt{3}/5$초이다.
3번 O: $T = 2\pi\sqrt{L\cos\theta/g}$에 $L = 2$, $\cos\theta = 3/5$, $g = 10$을 넣으면 $2\pi\sqrt{3}/5$가 된다.
4번 X: $4\pi/5$는 $\tan\theta$ 또는 $\cos\theta$ 관계를 빠뜨리고 반지름만으로 주기를 처리할 때 나오는 오답이다. 원뿔진자는 단순히 $r$만이 아니라 장력의 성분비까지 함께 써야 한다. 올바르게는 $2\pi\sqrt{3}/5$초이다.

### 오답 포인트

원뿔진자에서는 반지름 $r = L\sin\theta$만 구해 놓고 평면 원운동 공식만 적용하면 틀리기 쉽다. 이 문항의 함정은 $\tan\theta = 4/3$에서 바로 $\cos\theta = 3/5$를 끌어내지 못하거나, 장력의 수직 성분과 수평 성분을 동시에 쓰지 않는 데 있다.

### 다시 나오면 이렇게 판단

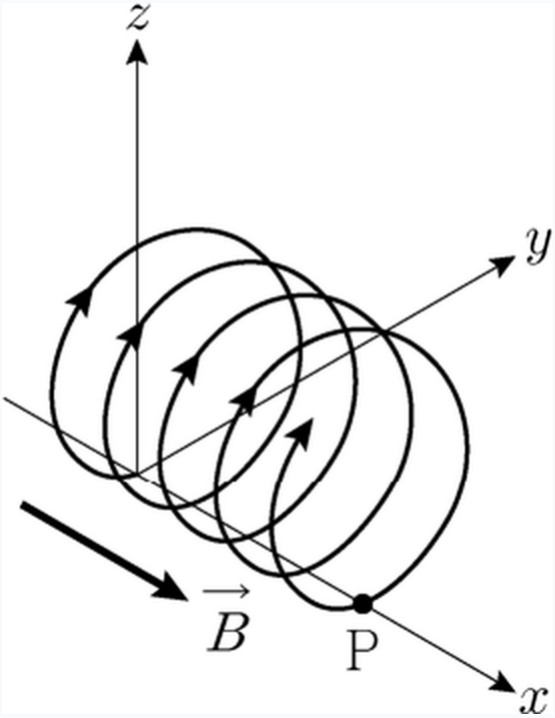
원뿔진자 문제는 먼저 $\sin\theta$, $\cos\theta$, $\tan\theta$의 비를 정리하고, 다음에 $S\cos\theta = mg$와 $S\sin\theta = m\omega^2 r$를 세운 뒤, 마지막에 $T = 2\pi/\omega$로 바꾸는 순서로 판단한다.

### 암기 포인트

원뿔진자의 주기는 $T = 2\pi\sqrt{L\cos\theta/g}$이고, 각도 정보는 $\cos\theta$로 들어간다.

NoteBase

**문 25. $\vec{B}=(B,0,0)$의 균일한 자기장이 있는 공간에서 질량이 $m$, 전하량이 $q$인 입자가 어떤 직교좌표계의 원점에서 $\vec{v}_0=(v,\ -8v,0)$의 속도로 운동을 시작하면 입자는 반지름이 $R$인 나선을 그리며 운동한다. 입자가 나선 운동을 시작한 이후 4번째로 $x$축과 만나는 위치가 $P=(a\pi R,0,0)$일 때, $a$는? (단, 중력에 의한 영향은 무시한다)**




① 0.5

② 1

③ 4

④ 8

**정답 2번**

**출제 포인트**

이 문제는 자기장 속 하전입자의 나선운동에서 로런츠 힘에 의한 원운동 반지름과 한 바퀴당 전진거리인 pitch를 이용해 4번째 x축 교점을 구하는 문제이다.

**조건 정리**

주어진 값: 자기장은 x축 방향으로 $\vec{B}=(B,0,0)$이고 초기속도는 $\vec{v}_0=(v,\ -8v,0)$이다.
구해야 할 값: $P=(a\pi R,0,0)$에서의 $a$이다.
주의할 조건: x축 성분 $v$는 등속직선운동을 만들고, y-z 평면 성분 $8v$는 반지름 $R$의 원운동을 만든다. x축과 다시 만나는 순간은 원운동이 한 바퀴 끝날 때마다 한 번씩이다.

NoteBase

**사용할 공식**

원운동 반지름은 $R = \frac{mv_\perp}{|q|B}$, 주기는 $T = \frac{2\pi m}{|q|B}$이다.
한 바퀴당 x축 전진거리는 pitch이므로 $\Delta x = v_\parallel T$이다.
이 공식을 쓰는 이유: 자기장이 x축 방향이므로 속도의 x성분은 자기력의 영향을 받지 않고 그대로 유지되며, x축에 수직인 성분만 등속원운동을 하기 때문이다.

**계산 과정**

1. 자기장과 평행한 속도는 $v_\parallel = v$, 수직한 속도는 $v_\perp = 8v$이다.
2. 반지름이 $R$이므로
$R = \frac{m(8v)}{|q|B}$
따라서
$\frac{|q|B}{m} = \frac{8v}{R}$
이다.
3. 주기는
$T = \frac{2\pi m}{|q|B} = \frac{2\pi}{|q|B/m} = \frac{2\pi}{8v/R} = \frac{\pi R}{4v}$
이다.
4. 한 바퀴 동안 x축으로 전진하는 거리는
$\Delta x = vT = v \cdot \frac{\pi R}{4v} = \frac{\pi R}{4}$
이다.
5. 시작점을 제외하고 x축과 만나는 위치는 한 바퀴마다 한 번씩 생기므로 4번째 교점의 x좌표는
$x = 4\Delta x = 4 \cdot \frac{\pi R}{4} = \pi R$
이다. 따라서 $P = (\pi R, 0, 0)$이므로 $a = 1$이다.

**선지별 해설**

① X: $a = 0.5$이면 $x = \frac{\pi R}{2}$인데, 이는 $2\Delta x$에 해당하므로 2번째 x축 교점이다. 틀린 표현은 '4번째 교점을 $\frac{\pi R}{2}$로 본 점'이며, 올바르게는 4번째 교점이 $\pi R$이다.
② O: 한 바퀴당 전진거리가 $\Delta x = \frac{\pi R}{4}$이므로 4번째 x축 교점은 $4\Delta x = \pi R$이다. 따라서 $a = 1$이 맞다.
③ X: $a = 4$이면 $x = 4\pi R$인데, 이는 실제 값 $\pi R$보다 4배 크다. 보통 $R = \frac{8mv}{|q|B}$에서 8을 빠뜨리거나 pitch를 $\pi R$로 잘못 잡을 때 나오는 값이다. 틀린 표현은 '한 바퀴당 전진거리가 $\pi R$라는 점'이며, 올바르게는 $\frac{\pi R}{4}$이다.
④ X: $a = 8$이면 $x = 8\pi R$인데, 이는 $v_\perp : v_\parallel = 8 : 1$을 그대로 위치비에 대입한 오개념이다. 틀린 표현은 '속도비 8이 곧 $a$가 된다는 점'이며, 올바르게는 $a$가 주기와 pitch 계산으로 정해져 1이 된다.

NoteBase

### 오답 포인트

반지름 $R$과 한 바퀴당 전진거리 pitch를 같은 양으로 착각하기 쉽다. 이 문제에서 $R$은 y-z 평면 원운동의 크기이고, x축 교점 간격은 $v_{\parallel}T$로 따로 계산해야 한다. 또한 시작점을 첫 번째 교점으로 세는지, 시작 후 만나는 교점을 세는지도 혼동하기 쉽다.

### 다시 나오면 이렇게 판단

자기장 속 나선운동 문제는 먼저 속도를 자기장과 평행성분, 수직성분으로 나눈다. 그다음 $v_{\perp}$로 반지름을, $v_{\parallel}T$로 pitch를 구한 뒤, '몇 번째 교점인가'에 맞춰 pitch를 배수하면 된다.

### 암기 포인트

나선운동에서는 반지름은 $v_{\perp}$, pitch는 $v_{\parallel}T$로 정해지며 서로 다른 양이다.

NoteBase