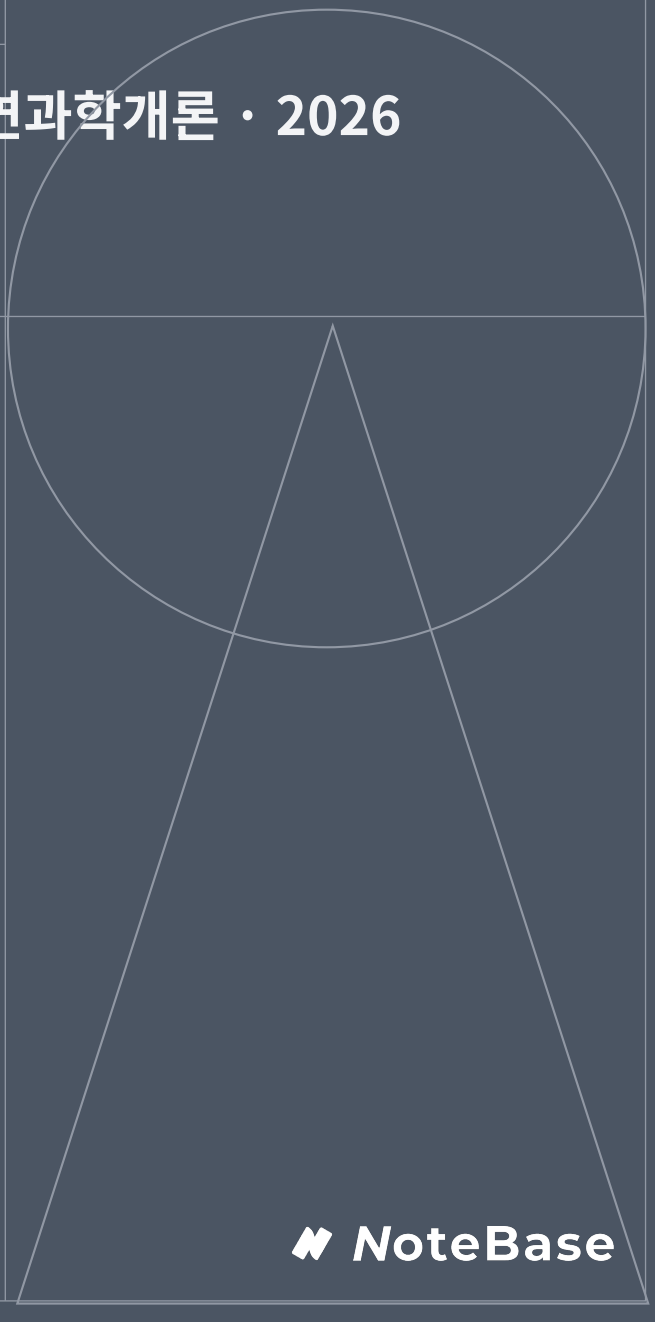
기출OX 해설집

공무원/소방/간부후보 · 자연과학개론 · 2026



NoteBase

기출OX 해설집

공무원/소방/간부후보 · 자연과학개론 · 2026

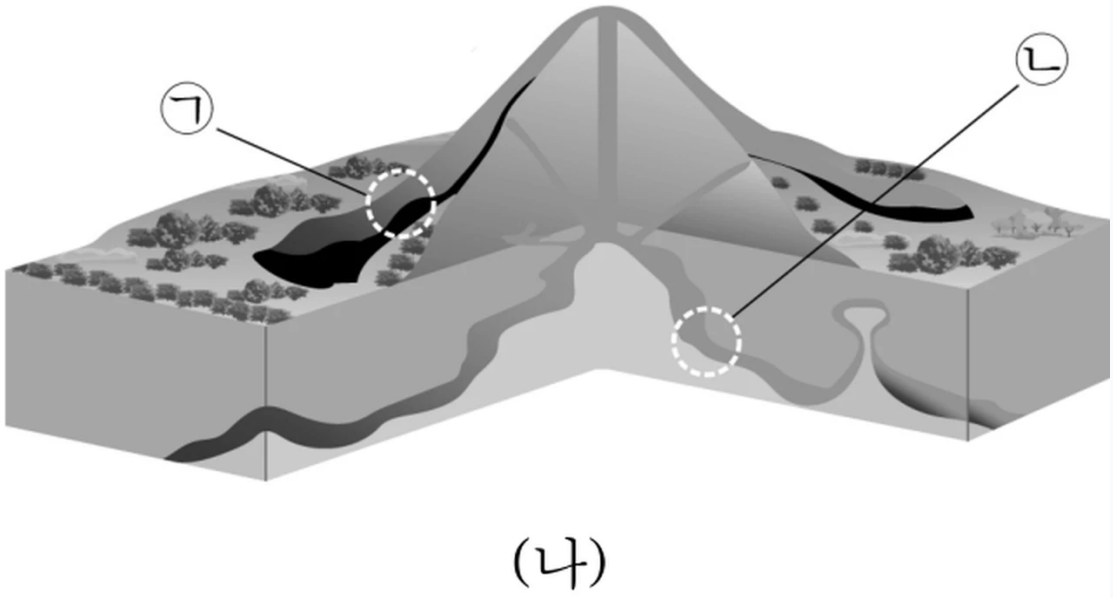
공무원/소방/간부후보 · 자연과학개론 · 2026

NoteBase

문 1. 그림 (가)는 화성암 A, B의 모습과 특징이고, (나)는 화산을 나타낸 것이다. 이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

구분	A	B
모습		
SiO_2 함량	48 %	71 %
관찰 내용	광물 알갱이가 매우 작고, 암석 표면에 많은 구멍이 있다.	광물 알갱이를 맨눈으로 확인할 수 있다.
활용	정원의 디딤돌	건축물 기둥, 내벽

(가)



(나)

<보 기>

ㄱ. A는 ㉠에서 형성되었다.

ㄴ. 마그마의 냉각 속도는 B가 A보다 빨랐다.

ㄷ. 단위 부피의 (K+Na)함량(Fe+Mg)함량은 A가 B보다 작다.

NoteBase

① ㄱ

② ㄴ

③ ㄱ, ㄷ

④ ㄴ, ㄷ

⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 화성암의 조직, SiO_2 함량, 광물 알갱이 크기와 화산 단면의 산출 위치를 연결하여 암석의 생성 환경과 화학 조성을 판단하는 문제이다. A는 구멍이 많고 광물 알갱이가 매우 작은 염기성 화산암이고, B는 광물 알갱이가 맨눈으로 보이는 산성 심성암에 해당한다.

선지별 해설

ㄱ O: A는 광물 알갱이가 매우 작고 암석 표면에 많은 구멍이 있다. 이는 지표 부근에서 용암이 빠르게 식고 기체가 빠져나가며 생긴 화산암의 특징이므로, 화산체 표면 부근을 가리키는 ㄱ에서 형성된 것으로 볼 수 있다.
ㄴ X: 틀린 표현은 'B가 A보다 빠르다'이다. 올바르게는 A의 냉각 속도가 B보다 빠르다. A는 알갱이가 작아 빠르게 냉각된 암석이고, B는 광물 알갱이를 맨눈으로 확인할 수 있어 지하에서 천천히 냉각된 암석이다.
ㄷ O: A는 SiO_2 함량이 48%인 염기성 암석으로 Fe와 Mg 성분이 상대적으로 많고 K와 Na 성분은 적다. B는 SiO_2 함량이 71%인 산성 암석으로 K와 Na 성분이 상대적으로 많고 Fe와 Mg 성분은 적다. 따라서 단위 부피에서 $\frac{K+Na}{Fe+Mg}$ 함량비는 A가 B보다 작다.
① X: ㄱ만 옳다고 한 조합이다. ㄱ은 맞지만 ㄷ도 옳으므로 틀린 조합이다. 틀린 표현은 'ㄱ'만 선택한 부분이고, 올바르게는 'ㄱ, ㄷ'이다.
② X: ㄴ만 옳다고 한 조합이다. ㄴ은 냉각 속도를 반대로 판단한 진술이므로 틀리다. 틀린 표현은 'ㄴ'이고, 올바르게는 'ㄱ, ㄷ'이다.
③ O: ㄱ과 ㄷ이 모두 옳고 ㄴ은 틀리므로 정답 조합이다.
④ X: ㄴ, ㄷ이라고 한 조합이다. ㄷ은 옳지만 ㄴ이 틀리므로 오답이다. 틀린 표현은 'ㄴ'을 포함한 부분이고, 올바르게는 'ㄱ, ㄷ'이다.
⑤ X: ㄱ, ㄴ, ㄷ이 모두 옳다고 한 조합이다. ㄴ이 틀리므로 오답이다. 틀린 표현은 'ㄴ'을 포함한 부분이고, 올바르게는 'ㄱ, ㄷ'이다.

오답 포인트

출제자가 노린 함정은 '밝고 SiO_2가 많은 암석이 더 빨리 식었을 것'처럼 색이나 성분만 보고 냉각 속도를 판단하게 하는 것이다. 냉각 속도는 광물 알갱이 크기로 판단한다. 알갱이가 작으면 빠른 냉각, 알갱이가 크면 느린 냉각이다.

다시 나오면 이렇게 판단

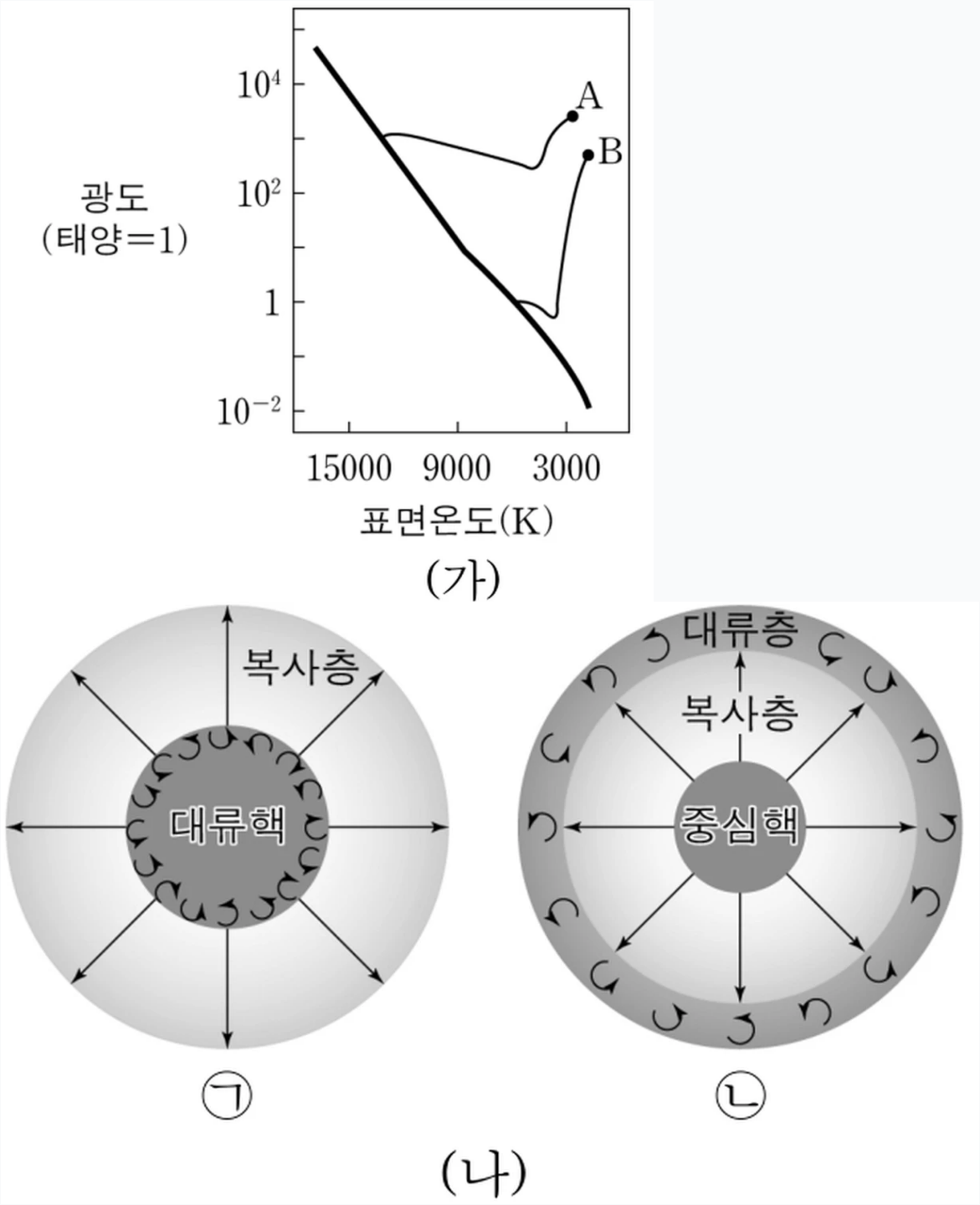
화성암 문제에서는 먼저 광물 알갱이 크기로 생성 깊이와 냉각 속도를 판단하고, 다음으로 SiO_2 함량으로 염기성·산성을 구분한다. 구멍이 많고 알갱이가 작으면 지표에서 빠르게 식은 화산암, 알갱이가 맨눈으로 보이면 지하에서 천천히 식은 심성암으로 판단한다.

암기 포인트

염기성 화산암은 SiO_2가 적고 Fe·Mg가 많으며 빠르게 식는다. 산성 심성암은 SiO_2가 많고 K·Na가 많으며 천천히 식는다.

NoteBase

문 2. 그림 (가)는 질량이 다른 원시별 A와 B가 주계열성으로 진화하는 경로이고, (나)는 A와 B가 주계열 단계에 있을 때의 내부 구조를 순서 없이 나타낸 것이다. 이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?



<보 기>

ㄱ. 주계열성이 되는 데 걸리는 시간은 A가 B보다 길다.

ㄴ. A가 주계열 단계에 있을 때의 내부 구조는 ㉠이다.

NoteBase

ㄷ. 핵에서의 CNO 순환 반응에 의한 에너지 생성량P-P 반응에 의한 에너지 생성량은 ㉠이 ㉡보다 크다.

① ㄱ
② ㄴ
③ ㄱ, ㄷ
④ ㄴ, ㄷ
⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 H-R도에서 별의 질량에 따른 주계열 진화 경로를 읽고, 주계열성의 내부 구조와 핵융합 반응 우세 조건을 연결하는 문제이다. A는 B보다 광도가 크고 질량이 큰 주계열성으로 해석되며, 질량이 큰 주계열성은 대류핵과 복사층을 가진 ㉠ 구조가 대표적이다.

선지별 해설

ㄱ X
A는 B보다 질량이 큰 별이다. 질량이 큰 원시별은 중력 수축과 중심부 가열이 빠르게 진행되어 주계열성에 도달하는 시간이 더 짧다. 틀린 표현은 "A가 B보다 길다"이며, 올바르게는 "A가 B보다 짧다"이다.

ㄴ O
㉠은 중심부에 대류핵이 있고 바깥쪽에 복사층이 있는 구조이다. 질량이 큰 주계열성은 중심부 온도가 높아 CNO 순환이 활발하고 에너지 생성이 중심에 집중되어 대류핵이 발달하므로, A의 내부 구조는 ㉠이다.

ㄷ O
㉠은 질량이 큰 주계열성, ㉡은 질량이 작은 주계열성의 구조에 해당한다. CNO 순환은 온도 의존성이 매우 커서 중심 온도가 높은 고질량 별에서 상대적으로 우세하고, P-P 반응은 저질량 별에서 상대적으로 우세하다. 따라서 핵에서의 CNO 순환 반응 에너지 생성량을 P-P 반응 에너지 생성량으로 나눈 비는 ㉠이 ㉡보다 크다.

선택지 판단

① X: ㄱ만 옳다는 선택지이지만 ㄱ은 틀리고 ㄴ, ㄷ이 옳다.
② X: ㄴ만 옳다는 선택지이지만 ㄷ도 옳다.
③ X: ㄱ, ㄷ이 옳다는 선택지이지만 ㄱ이 틀리고 ㄴ이 옳다.
④ O: ㄴ, ㄷ만 옳으므로 정답이다.
⑤ X: ㄱ, ㄴ, ㄷ이 모두 옳다는 선택지이지만 ㄱ이 틀리다.

NoteBase

오답 포인트

출제자가 노린 함정은 "질량이 클수록 수명이 짧다"는 사실과 "주계열성에 도달하는 시간"을 혼동하게 하는 데 있다. 질량이 큰 별은 연료를 빠르게 쓰므로 주계열 수명은 짧고, 원시별에서 주계열성으로 진입하는 시간도 저질량 별보다 짧다. 또 ㉠의 대류핵을 저질량 별의 표면 대류층과 혼동하면 ㄴ을 틀리게 판단하게 된다.

다시 나오면 이렇게 판단

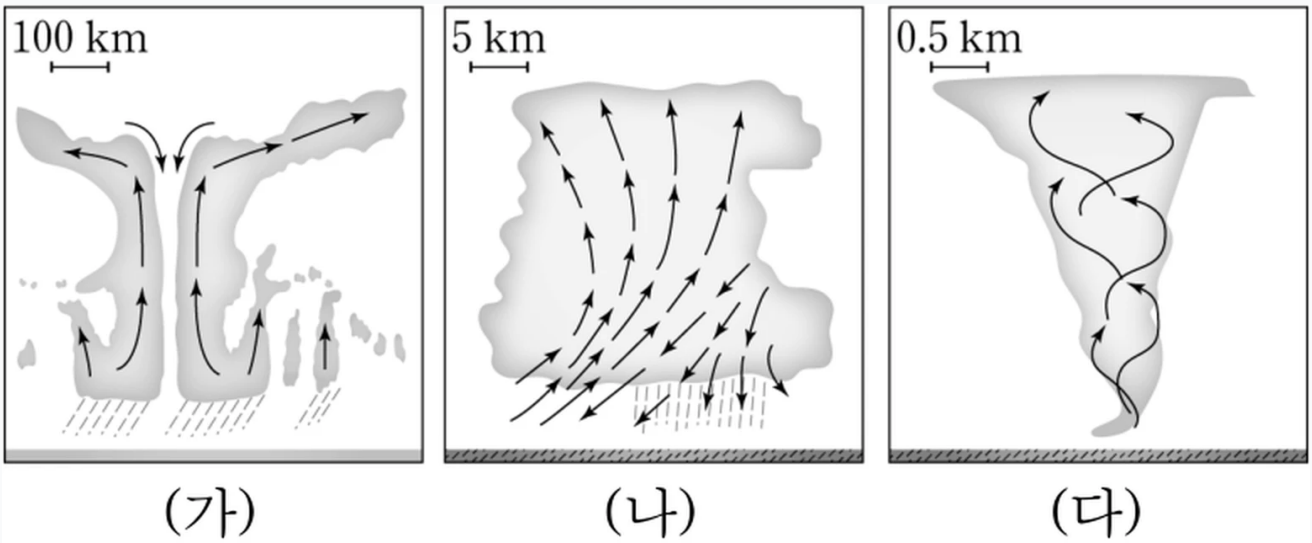
H-R도에서 더 밝은 주계열성은 일반적으로 더 질량이 큰 별로 판단한다. 질량이 큰 별은 주계열 도달 시간이 짧고, 주계열 내부는 대류핵과 복사층 구조이며, 중심 온도가 높아 CNO 순환의 비중이 커진다.

암기 포인트

고질량 주계열성은 대류핵·복사층·CNO 우세, 저질량 주계열성은 복사핵·대류층·P-P 우세로 정리된다.

NoteBase

문 3. 그림 (가)~(다)는 일상생활에 영향을 주는 서로 다른 기상 현상의 모식도를 나타낸 것이다. 이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 연직 규모는 무시한다)



<보기>

ㄱ. (가)는 종관 규모의 대기 순환이다.

ㄴ. (나)는 성숙 단계의 뇌우이다.

ㄷ. 시간 규모는 (다)가 가장 작다.

① ㄱ

② ㄴ

③ ㄱ, ㄷ

④ ㄴ, ㄷ

⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

정답 5번

출제 포인트

이 문제는 그림의 축척(공간 규모)과 기류 구조를 보고 (가) 종관 규모의 대기 순환, (나) 성숙 단계의 뇌우, (다) 토네이도의 시간 규모를 각각 판단하는 문제이다.

NoteBase

선지별 해설

[보기 판단]
ㄱ O
- (가)는 축척 막대가 100 km인데 구름과 기류가 그 몇 배인 수백 km에 걸쳐 나타나므로 종관 규모의 대기 순환이다.

ㄴ O
- (나)는 축척 막대가 5 km인 규모에서 상승 기류와 하강 기류가 함께 나타나고 지면 부근에 강수가 동반되어 있으므로 성숙 단계의 뇌우이다.

ㄷ O
- (다)는 축척 막대가 0.5 km인 토네이도로 공간 규모가 셋 중 가장 작고, 공간 규모가 작을수록 지속 시간도 짧으므로 시간 규모도 가장 작다.

따라서 옳은 것은 ㄱ, ㄴ, ㄷ 모두이므로 ⑤가 정답이다.

① X
- ①은 ㄱ만 옳다고 본 선택지이다. ㄱ은 옳지만, ㄴ과 ㄷ도 옳으므로 정답이 될 수 없다. 틀린 표현은 'ㄱ만'이며, 올바르게는 'ㄱ, ㄴ, ㄷ 모두'이다.

② X
- ②는 ㄴ만 옳다고 본 선택지이다. ㄴ은 옳지만, ㄱ과 ㄷ도 옳으므로 정답이 될 수 없다. 틀린 표현은 'ㄴ만'이며, 올바르게는 'ㄱ, ㄴ, ㄷ 모두'이다.

③ X
- ③은 ㄱ, ㄷ만 옳다고 본 선택지이다. ㄱ에서 (가)는 축척 막대가 100 km인데 구름과 기류가 그 몇 배인 수백 km에 걸쳐 나타나므로 종관 규모의 대기 순환이어서 옳고, ㄷ에서 (다)는 축척 막대가 0.5 km인 토네이도이므로 공간 규모가 가장 작고 지속 시간도 수 분 정도로 셋 중 가장 짧아 옳다. 그러나 ㄴ도 옳다. 틀린 표현은 'ㄱ, ㄷ만'이며, 올바르게는 'ㄱ, ㄴ, ㄷ'이다.

④ X
- ④는 ㄴ, ㄷ만 옳다고 본 선택지이다. ㄴ에서 (나)는 구름의 왼쪽과 가운데에 위로 향한 화살표(상승 기류)가, 오른쪽 강수 구역에는 아래로 향한 화살표(하강 기류)가 함께 그려져 있고 그 아래 지면 부근에 강수를 뜻하는 빗금이 나타나므로 성숙 단계의 뇌우이다. 상승 기류만 있는 적운 단계, 하강 기류만 남는 소멸 단계와 이 점에서 구분된다. ㄷ도 옳다. 그러나 ㄱ도 옳다. 틀린 표현은 'ㄴ, ㄷ만'이며, 올바르게는 'ㄱ, ㄴ, ㄷ'이다.

NoteBase

⑤ O

- ㄱ, ㄴ, ㄷ이 모두 옳다. (가)는 축척 100 km에 비해 수백 km 규모로 발달한 종관 규모의 대기 순환이고, (나)는 상승 기류와 하강 기류가 함께 나타나며 강수가 동반된 성숙 단계의 뇌우이며, (다)는 축척이 0.5 km인 토네이도의 모식도이므로 공간 규모가 가장 작아 시간 규모도 셋 중 가장 작다.

오답 포인트

출제자가 노린 함정은 축척 막대의 숫자만 보고 규모를 성급히 정하게 만든 점이다. (가)는 축척 막대가 100 km일 뿐이고 현상 전체는 그 몇 배인 수백 km에 걸쳐 있으므로 중간 규모가 아니라 종관 규모이다. (나)도 상승 기류만 있는 발달 단계로 보기 쉬우나 오른쪽 강수 구역의 하강 기류 화살표와 지면의 강수 표시가 함께 있으므로 성숙 단계이며, (다)는 공간 규모가 가장 작아 지속 시간도 가장 짧은 현상으로 판단한다.

다시 나오면 이렇게 판단

기상 현상 모식도는 먼저 축척 막대와 현상의 실제 폭을 함께 확인해 규모를 정한다. 대체로 수백 m 이하이면 미규모, 수 km~수십 km이면 중간 규모, 수백 km 이상이면 종관 규모이다. 다음으로 상승 기류·하강 기류·강수가 동시에 나타나는지를 보아 뇌우의 단계를 판단하고, 공간 규모가 작을수록 지속 시간도 짧다는 관계를 이용해 시간 규모를 비교한다.

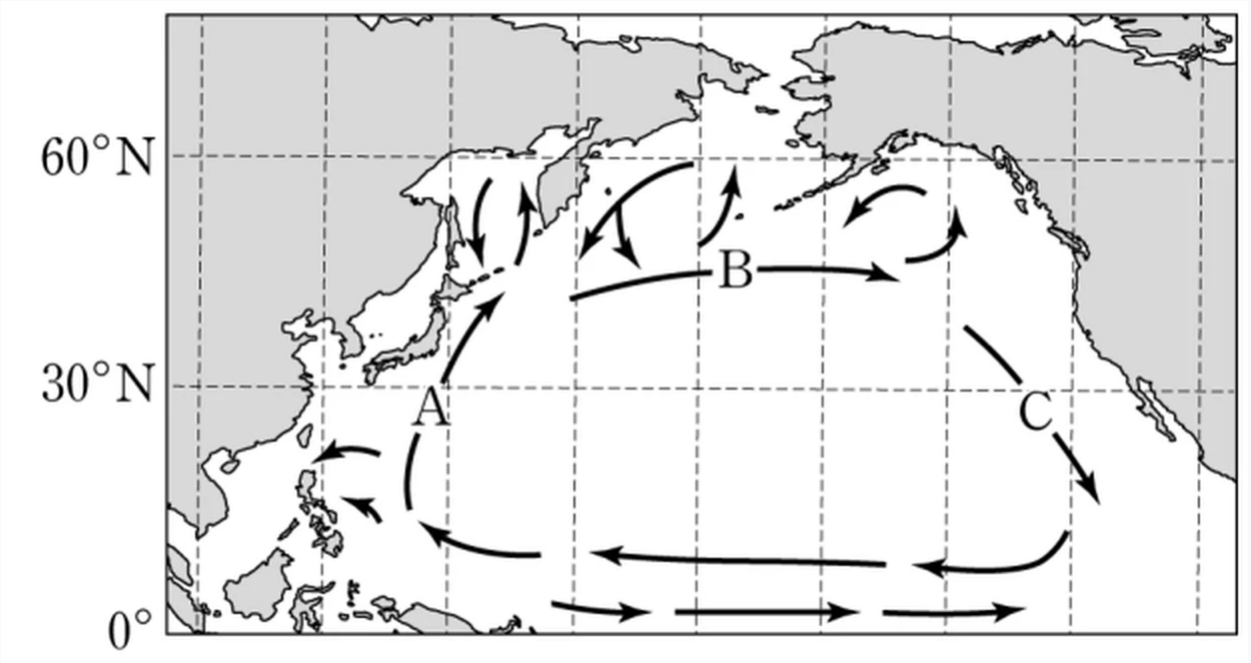
암기 포인트

대기 운동의 규모는 미규모(수백 m 이하, 수 분), 중간 규모(수 km~수십 km, 수 시간), 종관 규모(수백~수천 km, 수 일)로 정리되고, 성숙 단계의 뇌우는 상승 기류와 하강 기류가 공존하며 강수가 동반되고, 토네이도는 공간 규모와 시간 규모가 모두 가장 작은 현상이다.

NoteBase

문 4. 그림은 북태평양의 표층 순환이고, A, B, C는 북태평양 해류, 쿠로시오 해류, 캘리포니아 해류를 순서 없이 나타낸 것이다.

이에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?



① A는 북태평양 아열대 순환의 서안 경계류이다.

② B의 형성에는 무역풍보다 편서풍의 영향이 더 크다.

③ 평균 유속은 A가 C보다 빠르다.

④ 표층에서의 용존 산소량은 A가 C보다 낮다.

⑤ 해류에 작용하는 수압 경도력의 방향은 A와 C가 같다.

정답 5번

출제 포인트

이 문제는 북태평양 아열대 표층 순환에서 A가 쿠로시오 해류, B가 북태평양 해류, C가 캘리포니아 해류임을 지도에서 판독하고, 각 해류의 성격과 힘의 방향을 판단하는 문제이다.

NoteBase

선지별 해설

① O
A는 일본 동쪽을 따라 북상하는 쿠로시오 해류이다. 쿠로시오 해류는 북태평양 아열대 순환의 서쪽 가장자리에서 흐르는 서안 경계류이므로 옳다.

② O
B는 중위도 북태평양을 서쪽에서 동쪽으로 흐르는 북태평양 해류이다. 중위도 해역의 동향 흐름은 무역풍보다 편서풍의 영향이 크므로 옳다.

③ O
A인 쿠로시오 해류는 서안 경계류이고, C인 캘리포니아 해류는 동안 경계류이다. 서안 경계류는 폭이 좁고 유속이 빠르며, 동안 경계류는 폭이 넓고 유속이 느린 편이므로 평균 유속은 A가 C보다 빠르다.

④ O
A는 저위도에서 온 난류인 쿠로시오 해류이고, C는 고위도 쪽에서 남하하는 한류인 캘리포니아 해류이다. 따뜻한 표층수는 산소 용해도가 낮고 차가운 표층수는 산소 용해도가 높으므로, 표층의 용존 산소량은 A가 C보다 낮다.

⑤ X
A는 북상하는 해류이므로 북반구에서 전향력은 진행 방향의 오른쪽인 동쪽으로 작용하고, 이를 평형시키는 수압 경도력은 서쪽으로 작용한다. C는 남하하는 해류이므로 전향력은 진행 방향의 오른쪽인 서쪽으로 작용하고, 수압 경도력은 동쪽으로 작용한다. 따라서 틀린 표현은 'A와 C가 같다'이고, 올바르게는 'A와 C의 수압 경도력 방향은 서로 반대이다'이다.

오답 포인트

출제자가 노린 함정은 표층 순환의 이름만 묻는 데서 끝나지 않고, ⑤에서 전향력과 수압 경도력의 방향을 함께 묻는 점이다. 북반구에서는 해류 진행 방향의 오른쪽으로 전향력이 작용하고, 정상적인 지형류적 흐름에서는 수압 경도력이 그 반대쪽으로 작용한다.

다시 나오면 이렇게 판단

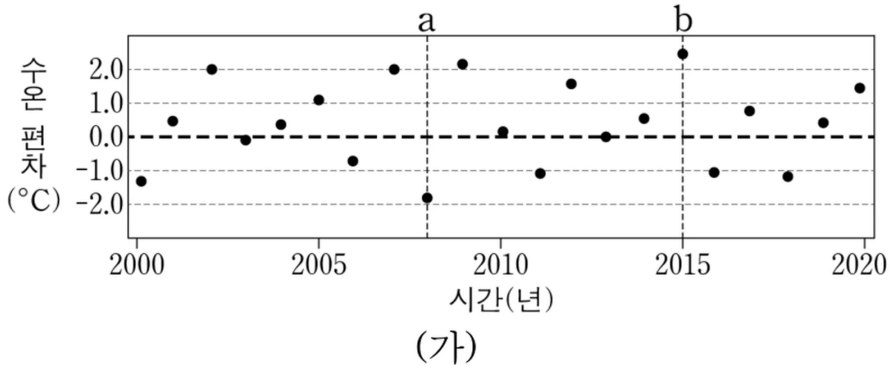
북태평양 아열대 순환 지도에서는 서쪽 일본 부근의 북상 흐름을 쿠로시오 해류, 중위도 동향 흐름을 북태평양 해류, 북아메리카 서안의 남하 흐름을 캘리포니아 해류로 먼저 잡는다. 힘의 방향은 해류 진행 방향을 정한 뒤, 북반구 전향력은 오른쪽, 수압 경도력은 그 반대쪽으로 판단한다.

암기 포인트

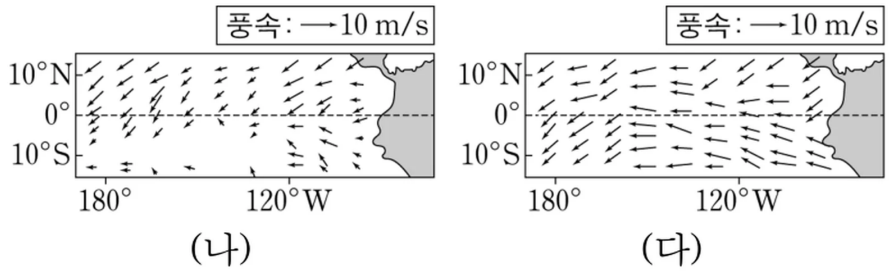
쿠로시오는 빠른 난류인 서안 경계류, 캘리포니아 해류는 느린 한류인 동안 경계류이다. 북상류와 남하류는 북반구에서 전향력 방향이 달라지므로 수압 경도력 방향도 서로 반대가 된다.

NoteBase

문 5. 그림 (가)는 동태평양 적도 부근 해역의 연평균 수온 편차이고, (나)와 (다)는 태평양 적도 부근 해역에서 관측된 엘니뇨와 라니냐 시기의 바람 분포를 순서 없이 나타낸 것이다. 이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?



(가)



(나)

(다)

<보기>

ㄱ. 서태평양 적도 해역과 동태평양 적도 해역 사이의 해수면 높이 차이는 b에서가 a에서보다 크다.

ㄴ. 동태평양 해역의 용승은 a에서가 b에서보다 활발하다.

ㄷ. 동태평양 적도 부근 해역에서 구름양은 (나)가 관측된 시기가 (다)가 관측된 시기보다 많다.

① ㄱ

② ㄴ

③ ㄱ, ㄷ

④ ㄴ, ㄷ

⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 동태평양 적도 부근의 수온 편차로 엘니뇨와 라니냐 시기를 구분하고, 그때의 무역풍, 용승, 해수면 높이 차, 구름량 변화를 연결해 판단하는 자료 해석 문제이다.

NoteBase

자료 읽는 순서

1. (가)에서 a는 수온 편차가 음수인 시기, b는 수온 편차가 큰 양수인 시기임을 확인한다.
2. 동태평양 적도 부근 수온이 평년보다 낮으면 라니냐, 높으면 엘니뇨로 본다.
3. 라니냐에는 무역풍이 강해져 서태평양으로 해수가 더 많이 밀리고 동태평양 용승이 강해진다. 엘니뇨에는 무역풍이 약해져 동태평양 수온과 대류·구름량이 증가한다.

핵심 근거

(가)에서 a는 약 -2도에 가까운 음의 수온 편차이므로 라니냐 시기이고, b는 2도 이상 양의 수온 편차이므로 엘니뇨 시기이다.
(나)는 적도 부근 동풍이 약하거나 서풍 성분이 나타나는 엘니뇨형 바람 분포이고, (다)는 적도 부근 동풍이 뚜렷한 라니냐형 바람 분포이다.
따라서 ㄴ과 ㄷ은 옳고, ㄱ은 옳지 않다.

NoteBase

선지별 해설

① X
- ①은 ㄱ만 옳다고 보는 선택지이다.
- ㄱ은 옳지 않다. b는 엘니뇨 시기이므로 무역풍이 약해져 서태평양과 동태평양 사이의 해수면 높이 차가 작아진다. a는 라니냐 시기이므로 무역풍이 강해져 서태평양의 해수면이 더 높아지고 동서 해수면 높이 차가 커진다.
- 틀린 표현: "b에서가 a에서보다 크다" → 올바르게는 "a에서가 b에서보다 크다"이다.

② X
- ②는 ㄴ만 옳다고 보는 선택지이다.
- ㄴ은 옳지만 ㄷ도 옳으므로, 옳은 것만 고른 선택지로는 부족하다.
- 수정하면 ㄴ만이 아니라 ㄴ, ㄷ이 함께 옳다.

③ X
- ③은 ㄱ, ㄷ이 옳다고 보는 선택지이다.
- ㄷ은 옳다. (나)는 엘니뇨형 바람 분포이므로 동태평양 적도 부근의 따뜻한 해수와 상승 기류가 증가해 구름량이 많아진다. (다)는 라니냐형 바람 분포이므로 동태평양의 용승이 강하고 수온이 낮아 구름량이 상대적으로 적다.
- 그러나 ㄱ이 옳지 않으므로 ③은 정답이 아니다.
- 틀린 부분: ㄱ 포함 → 올바르게는 ㄱ을 제외하고 ㄴ, ㄷ을 고른다.

④ O
- ④는 ㄴ, ㄷ을 고른 선택지이다.
- ㄴ은 옳다. a는 라니냐 시기이므로 강한 무역풍 때문에 동태평양 표층수가 서쪽으로 더 밀리고, 이를 보충하기 위한 차가운 심층수의 용승이 b보다 활발하다.
- ㄷ도 옳다. (나)는 엘니뇨형, (다)는 라니냐형 바람 분포이므로 동태평양 적도 부근의 구름량은 (나) 시기가 (다) 시기보다 많다.

⑤ X
- ⑤는 ㄱ, ㄴ, ㄷ이 모두 옳다고 보는 선택지이다.
- ㄴ과 ㄷ은 옳지만 ㄱ이 옳지 않다.
- 틀린 부분: ㄱ 포함 → 올바르게는 ㄱ을 제외한 ㄴ, ㄷ만 옳다.

오답 포인트

출제자가 노린 함정은 b의 수온 편차가 크다는 사실을 해수면 높이 차도 크다는 뜻으로 오해하게 만드는 데 있다. 엘니뇨인 b에서는 동태평양 수온은 높지만 무역풍이 약해져 동서 해수면 높이 차는 작아진다. 반대로 라니냐인 a에서는 동태평양 수온은 낮지만 무역풍과 용승, 동서 해수면 높이 차가 커진다.

NoteBase

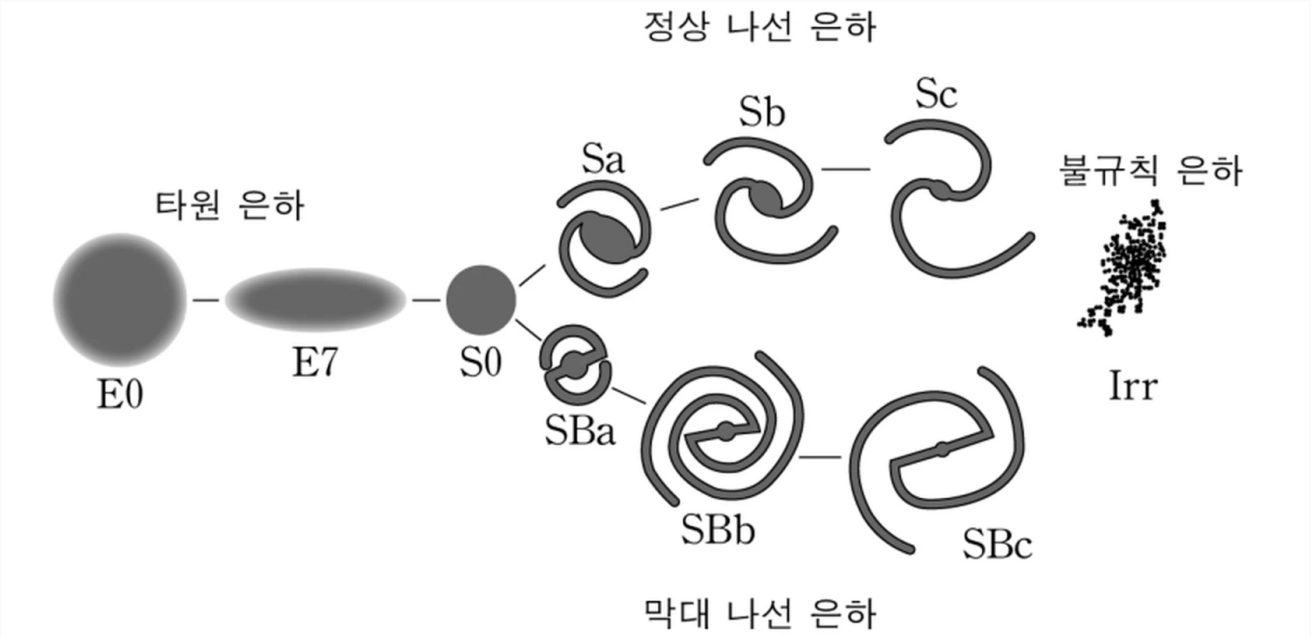
다시 나오면 이렇게 판단

동태평양 적도 부근 수온 편차가 양수이면 엘니뇨, 음수이면 라니냐로 먼저 구분한다. 엘니뇨는 무역풍 약화, 동태평양 수온 상승, 용승 약화, 동태평양 구름량 증가로 연결한다. 라니냐는 무역풍 강화, 동태평양 수온 하강, 용승 강화, 동서 해수면 높이 차 증가로 연결한다.

암기 포인트

엘니뇨는 동태평양이 따뜻해지고 구름이 많아지는 시기, 라니냐는 무역풍과 동태평양 용승이 강해지는 시기이다.

문 6. 그림은 외부 은하의 형태에 따른 분류를 나타낸 것이다. 이에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?



① 젊은 별의 비율은 Sa형 은하가 Sc형 은하보다 높다.

② 붉은 별의 비율은 타원 은하가 불규칙 은하보다 높다.

③ 우리은하의 형태는 타원 은하보다 막대 나선 은하에 가깝다.

④ 타원 은하에서의 별 생성은 현재보다 은하 형성 초기에 활발했다.

⑤ 성간물질의 질량은하의 질량은 불규칙 은하가 타원 은하보다 크다.

정답 1번

출제 포인트

이 문제는 허블의 은하 형태 분류도에서 타원 은하, 정상 나선 은하, 막대 나선 은하, 불규칙 은하의 형태와 물리적 특징을 연결해 판단하는 문제이다. Sa에서 Sc로 갈수록 나선팔이 느슨하고 성간물질과 젊은 별의 비율이 커진다는 점이 핵심이다.

NoteBase

선지별 해설

① X
- Sa형 나선 은하는 중심부 팽대부가 크고 나선팔이 비교적 단단히 감겨 있어 늙은 별의 비중이 상대적으로 크다. Sc형은 나선팔이 느슨하고 가스와 먼지가 많아 젊은 별의 비율이 더 높다. 틀린 표현은 'Sa형 은하가 Sc형 은하보다 높다'이고, 올바르게는 '젊은 별의 비율은 Sc형 은하가 Sa형 은하보다 높다'이다.

② O
- 타원 은하는 성간물질이 적고 별 형성이 거의 일어나지 않아 늙고 붉은 별의 비율이 높다. 불규칙 은하는 가스와 먼지가 비교적 많아 새 별 형성이 활발하므로 젊고 푸른 별의 비중이 크다.

③ O
- 우리은하는 중심을 가로지르는 막대 구조와 나선팔을 가진 막대 나선 은하로 분류된다. 타원 은하는 나선팔이나 뚜렷한 원반 구조가 없으므로 우리은하의 형태와 거리가 멀다.

④ O
- 타원 은하는 초기에 별 형성이 활발하게 일어난 뒤 성간물질을 많이 소모해 현재는 별 생성률이 낮다. 따라서 타원 은하의 별 생성은 현재보다 은하 형성 초기에 더 활발했다고 볼 수 있다.

⑤ O
- 불규칙 은하는 형태가 일정하지 않지만 가스와 먼지 같은 성간물질을 많이 포함하는 경우가 많다. 타원 은하는 성간물질이 매우 적으므로 은하 전체 질량에 대한 성간물질 질량의 비율은 불규칙 은하가 타원 은하보다 크다.

오답 포인트

출제자가 노린 함정은 도식의 왼쪽에서 오른쪽으로 갈수록 '진화가 더 진행된다'고 단순하게 외워 젊은 별의 비율을 거꾸로 판단하게 하는 것이다. 나선 은하에서는 Sa보다 Sc가 성간물질과 젊은 별이 많고, Sa는 중심 팽대부가 커서 늙은 별의 비중이 상대적으로 크다.

다시 나오면 이렇게 판단

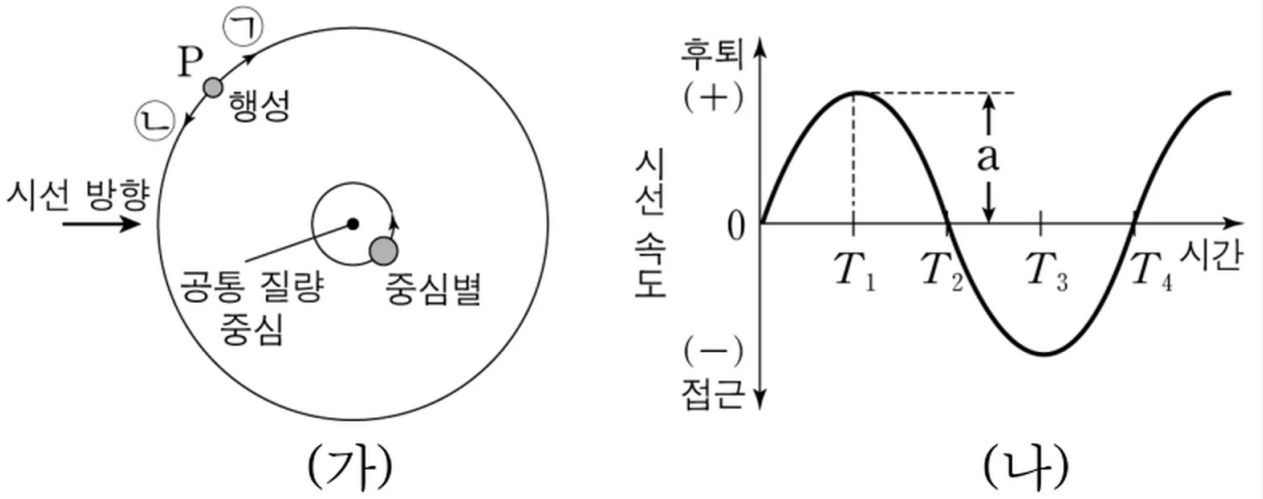
은하 형태 문제에서는 먼저 타원 은하와 나선 은하를 구분하고, 나선 은하는 Sa에서 Sc로 갈수록 중심부는 작아지고 나선팔은 느슨해지며 가스, 먼지, 젊은 별이 많아진다고 판단한다. 막대 구조가 중심을 가로지르면 막대 나선 은하로 분류한다.

암기 포인트

Sa는 큰 중심부와 늙은 별, Sc는 느슨한 나선팔과 젊은 별, 타원 은하는 붉고 성간물질이 적으며 불규칙 은하는 성간물질이 많다고 정리한다.

NoteBase

문 7. 그림 (가)는 어느 외계 행성계에서 행성과 중심별이 공통 질량 중심에 대하여 원 궤도로 공전하는 모습을, (나)는 도플러 효과를 이용하여 측정한 중심별의 시선 속도 변화를 나타낸 것이다. 중심별의 시선 속도 변화는 행성과의 공통 질량 중심에 대한 공전에 의해서만 나타나며, 중심별과 행성의 공전 궤도면은 관측자의 시선 방향과 나란하다. 이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?



ㄱ. 공통 질량 중심에 대한 행성의 공전 방향은 ㉠이다.

ㄴ. 행성이 P에 위치할 때, (나)에서는 $T_1 \sim T_2$ 구간에 해당한다.

ㄷ. 중심별과 행성 간 거리가 일정할 때, 행성의 질량이 클수록 (나)에서 a가 커진다.

① ㄱ

② ㄴ

③ ㄱ, ㄷ

④ ㄴ, ㄷ

⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 중심별과 행성이 공통 질량 중심을 같은 방향으로 공전하되 서로 반대편에 놓인다는 점, 그리고 중심별의 시선 방향 속도 부호가 도플러 효과 그래프의 후퇴·접근으로 나타난다는 점을 도식에서 판단하는 문제이다.

NoteBase

선지별 해설

① X
- ①은 ㄱ만 옳다고 본 선택지이다. ㄱ은 틀리다. 중심별이 오른쪽 아래 위치에서 위쪽으로 움직이므로 공전은 반시계 방향이고, 행성도 같은 각방향으로 공전한다. P 부근의 행성 진행 방향은 ㉠이 아니라 ㉡이다. 틀린 표현 "㉠이다"는 "㉡이다"로 고쳐야 한다.

② X
- ②는 ㄴ만 옳다고 본 선택지이다. ㄴ은 옳지만 ㄷ도 옳으므로 ②는 정답이 아니다. ㄷ을 빠뜨린 것이 틀린 부분이다. 올바른 조합은 ㄴ, ㄷ이다.

③ X
- ③은 ㄱ, ㄷ이 옳다고 본 선택지이다. ㄷ은 옳지만 ㄱ은 틀리다. 행성의 공전 방향은 ㉠이 아니라 ㉡이므로 ③의 조합에는 틀린 ㄱ이 포함되어 있다. 올바른 조합은 ㄴ, ㄷ이다.

④ O
- ④는 ㄴ, ㄷ을 고른 선택지로 옳다. ㄴ에서 행성이 P에 있을 때 중심별은 공통 질량 중심의 반대쪽인 오른쪽 아래에 있고, 그 위치의 중심별 운동에는 시선 방향으로 멀어지는 성분이 있다. 따라서 중심별의 시선 속도는 후퇴 방향인 양의 값이며, 최대 후퇴 속도 뒤에 0으로 줄어드는 T1~T2 구간에 해당한다. ㄷ에서 중심별과 행성 사이의 거리가 일정하면 행성 질량이 클수록 중심별은 공통 질량 중심에서 더 멀리 공전하고 더 큰 속도로 흔들리므로 시선 속도 진폭 a가 커진다.

⑤ X
- ⑤는 ㄱ, ㄴ, ㄷ이 모두 옳다고 본 선택지이다. ㄴ과 ㄷ은 옳지만 ㄱ은 틀리다. ㄱ의 "행성의 공전 방향은 ㉠"은 "행성의 공전 방향은 ㉡"으로 고쳐야 한다. 따라서 모두 옳다는 조합은 성립하지 않는다.

오답 포인트

출제자가 노린 함정은 중심별의 운동 방향만 보고 행성의 진행 방향을 반대로 착각하는 것이다. 중심별과 행성은 공통 질량 중심을 사이에 두고 반대편에 있지만, 공전 방향 자체는 서로 같다. 또 도플러 그래프에서는 위쪽이 후퇴, 아래쪽이 접근이므로 P에서 중심별의 시선 방향 속도가 양수인지 먼저 확인해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 중심별의 화살표로 전체 공전 방향을 정한다. 그다음 행성은 중심별의 반대편에서 같은 방향으로 공전한다고 판단한다. 마지막으로 중심별 속도의 시선 방향 성분이 관측자에게서 멀어지면 그래프의 양수 구간, 가까워지면 음수 구간에 대응시킨다.

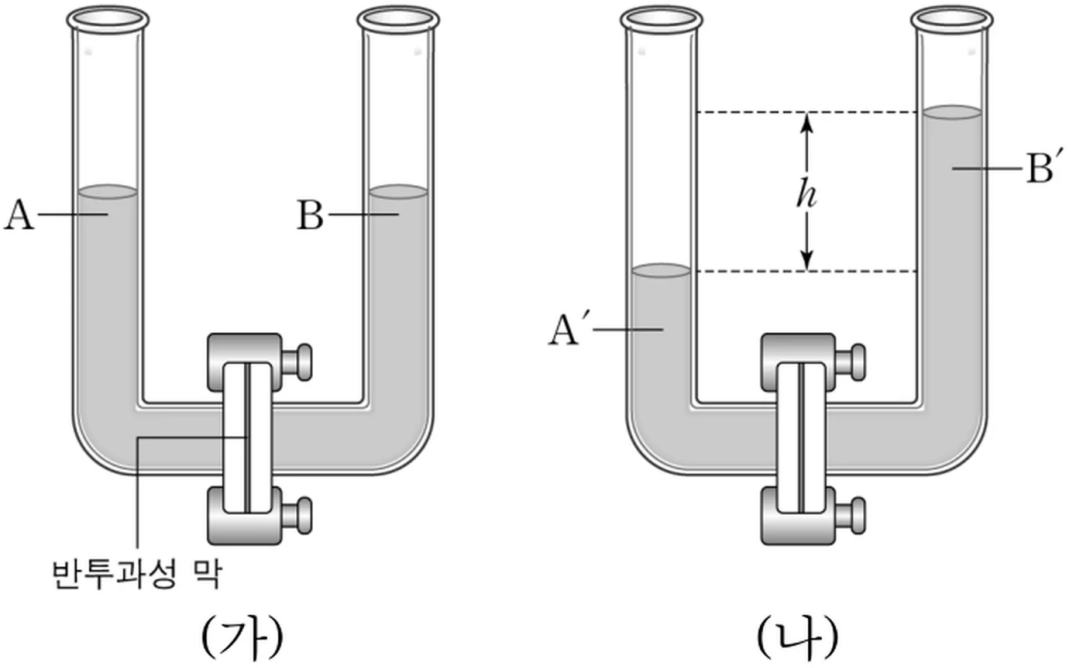
NoteBase

암기 포인트

외계 행성의 도플러 탐사는 행성이 직접 흔들리는 것이 아니라 중심별의 흔들림을 본다. 행성 질량이 클수록 중심별의 흔들림과 시선 속도 진폭이 커진다.

NoteBase

문 8. 그림 (가)는 반투과성 막이 설치된 U자관 양쪽에 농도가 다른 설탕 용액 A와 B를 각각 동일한 양으로 넣은 것을, (나)는 (가)에서 충분한 시간이 지나 높이 차(h)의 변화가 없을 때의 A′과 B′을 나타낸 것이다. A′과 B′은 각각 A와 B에서 농도가 변화된 용액이다. 세포 X를 용액 A와 B에 넣었더니 각각 팽윤 상태와 원형질 분리가 일어났다. 세포 X는 적혈구 세포와 양파 표피 세포 중 하나이다. 이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?



<보기>

ㄱ. X는 양파 표피 세포이다.

ㄴ. X를 A에 넣으면 X의 삼투압과 팽압은 모두 감소한다.

ㄷ. (나)의 B′에서 h만큼 용액을 덜어내면 A′에서 B′ 방향으로 물의 순이동이 일어난다.

① ㄱ

② ㄴ

③ ㄱ, ㄷ

④ ㄴ, ㄷ

⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 반투과성 막에서 농도 차에 따른 물의 이동, 식물 세포의 팽윤 상태와 원형질 분리, 삼투압과 팽압의 변화를 함께 묻는 문제이다.

NoteBase

핵심 개념

삼투: 반투과성 막을 사이에 두고 물이 용질 농도가 낮은 쪽에서 높은 쪽으로 이동하는 현상이다.
삼투압: 용액이 물을 끌어들이려는 압력으로, 용질 농도가 높을수록 크다.
팽압: 식물 세포에서 물이 들어와 세포막이 세포벽을 미는 압력이다.
원형질 분리: 식물 세포가 고장액에 놓여 물을 잃고 세포막이 세포벽에서 떨어지는 현상이다.

선지별 해설

보기 ㄱ. O
세포 X를 A에 넣었을 때 팽윤 상태가 되고 B에 넣었을 때 원형질 분리가 일어났다. 원형질 분리는 세포벽이 있는 식물 세포에서 나타나므로 X는 양파 표피 세포이다. 적혈구 세포는 세포벽이 없어 원형질 분리라고 하지 않는다.

보기 ㄴ. X
틀린 부분은 "삼투압과 팽압은 모두 감소한다"이다. X를 A에 넣으면 팽윤 상태가 되므로 물이 세포 안으로 들어간다. 이때 세포액은 묽어져 삼투압은 감소하지만, 세포막이 세포벽을 미는 힘인 팽압은 증가한다.
올바르게는 "X를 A에 넣으면 X의 삼투압은 감소하고 팽압은 증가한다"이다.

보기 ㄷ. O
(나)에서 B' 쪽 액면이 A' 쪽보다 높다는 것은 B'의 용질 농도가 A'보다 높아 물을 더 끌어들이려는 힘이 있고, 그 힘이 높이 차 h에 의한 압력과 평형을 이루고 있다는 뜻이다. B'에서 h만큼 용액을 덜어내면 높이 차에 의한 압력이 사라지므로 물은 다시 A'에서 B' 방향으로 순이동한다.

① X
①은 ㄱ만 옳다고 보지만, ㄷ도 옳으므로 정답 조합이 아니다. 올바르게는 ㄱ, ㄷ을 함께 골라야 한다.

② X
②는 ㄴ만 옳다고 보지만, ㄴ은 팽압 변화를 반대로 쓴 틀린 보기이다. 올바르게는 ㄴ을 제외해야 한다.

③ O
③은 옳은 보기 ㄱ과 ㄷ만 묶은 선택지이다.

④ X
④는 ㄴ과 ㄷ을 묶었지만, ㄴ이 틀렸으므로 정답 조합이 아니다. 올바르게는 ㄱ, ㄷ 조합이다.

⑤ X
⑤는 ㄱ, ㄴ, ㄷ을 모두 옳다고 보지만, ㄴ이 틀렸으므로 정답 조합이 아니다. 올바르게는 ㄱ, ㄷ만 옳다.

NoteBase

오답 포인트

ㄴ은 팽윤 상태에서 삼투압과 팽압이 같은 방향으로 변한다고 착각하게 만든 선지이다. 물이 들어오면 세포액 농도는 낮아져 삼투압은 감소하지만, 세포벽을 미는 팽압은 증가한다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 U자관의 높이 차로 어느 쪽 용액이 더 진한지 판단한다. 그다음 세포에서 원형질 분리가 나오면 세포벽이 있는 식물 세포로 판단하고, 팽윤 상태에서는 삼투압 감소와 팽압 증가를 연결한다.

암기 포인트

물 유입은 삼투압 감소, 팽압 증가이다. 원형질 분리는 식물 세포의 고장액 반응이다.

NoteBase

문 9. 표는 사람의 호흡 시 (가)~(마)에서의 기체 분압을 나타낸 것이다. (가)~(마)는 들숨, 날숨, 폐정맥, 조직세포, 폐동맥을 순서 없이 나타낸 것이다. 이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

(단위: mmHg)

구분	(가)	(나)	(다)	(라)	(마)
O_2 분압	120	104	36	?	40
CO_2 분압	27	40	?	0.3	45

<보 기>

ㄱ. 들숨은 (가)이다.

ㄴ. 심장과 (나) 사이에 반월판이 존재한다.

ㄷ. (마)의 혈액은 정맥혈이다.

① ㄴ

② ㄷ

③ ㄱ, ㄴ

④ ㄱ, ㄷ

⑤ ㄴ, ㄷ

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 호흡 시 기체 분압 표에서 들숨, 날숨, 폐정맥, 폐동맥, 조직세포를 구분하고, 혈액의 산소화 정도와 판막 위치를 연결하는 문제이다.

NoteBase

자료 읽는 순서

1. 단위가 mmHg이고, 각 열의 산소 분압과 이산화 탄소 분압을 함께 확인한다.
2. 들숨은 이산화 탄소 분압이 거의 0에 가까우므로 CO2 분압 0.3인 (라)이다.
3. 날숨은 들숨보다 O2가 줄고 CO2가 늘어난 공기이므로 O2 120, CO2 27인 (가)이다.
4. 폐정맥은 폐에서 산소를 받은 혈액이므로 O2 104, CO2 40인 (나)이고, 폐동맥은 산소가 적고 CO2가 많은 정맥혈이므로 O2 40, CO2 45인 (마)이다.
5. 남는 (다)는 조직세포이며, 조직세포는 산소를 소비하고 이산화 탄소를 생성한다.

핵심 근거

표에서 (라)는 CO2 분압이 0.3으로 매우 낮아 들숨에 해당한다. (가)는 O2 120, CO2 27로 들숨보다 산소는 적고 이산화 탄소는 많아 날숨에 해당한다. (나)는 O2 104, CO2 40으로 산소가 많은 폐정맥혈이고, (마)는 O2 40, CO2 45로 산소가 적고 이산화 탄소가 많은 폐동맥혈이다.

NoteBase

선지별 해설

ㄱ. X
- 근거 위치: (가)는 O2 120, CO2 27이고, (라)는 CO2 0.3이다.
- 들숨은 이산화 탄소 분압이 거의 0에 가까운 공기이므로 (라)이다. 틀린 표현 '들숨은 (가)' → 올바르게는 '들숨은 (라)'이다.

ㄴ. X
- 근거 위치: (나)는 O2 104, CO2 40으로 폐정맥에 해당한다.
- 폐정맥은 폐에서 좌심방으로 들어가는 혈관이고, 심장과 폐정맥 사이에는 반월판이 없다. 반월판은 심실과 동맥 사이, 즉 우심실-폐동맥 및 좌심실-대동맥 사이에 있다. 틀린 표현 '심장과 (나) 사이에 반월판이 존재한다' → 올바르게는 '심장과 폐정맥 사이에는 반월판이 없고, 반월판은 심실과 동맥 사이에 존재한다'이다.

ㄷ. O
- 근거 위치: (마)는 O2 40, CO2 45이다.
- (마)는 산소 분압이 낮고 이산화 탄소 분압이 높은 폐동맥혈이므로 정맥혈이다.

① X
- ①은 ㄴ만 옳다고 한 선택지이다. ㄴ은 폐정맥과 심장 사이에 반월판이 있다고 하여 틀리므로 ①은 오답이다. 올바르게는 ㄷ만 옳다.

② O
- ②는 ㄷ만 옳다고 한 선택지이다. ㄱ과 ㄴ은 틀리고 ㄷ은 옳으므로 ②가 정답이다.

③ X
- ③은 ㄱ, ㄴ이 옳다고 한 선택지이다. ㄱ은 들숨을 (가)로 잘못 보았고, ㄴ은 반월판 위치를 잘못 보았으므로 ③은 오답이다. 올바르게는 ㄷ만 옳다.

④ X
- ④는 ㄱ, ㄷ이 옳다고 한 선택지이다. ㄷ은 옳지만 ㄱ은 틀리므로 ④는 오답이다. 올바르게는 ㄷ만 옳다.

⑤ X
- ⑤는 ㄴ, ㄷ이 옳다고 한 선택지이다. ㄷ은 옳지만 ㄴ은 틀리므로 ⑤는 오답이다. 올바르게는 ㄷ만 옳다.

NoteBase

오답 포인트

출제자가 노린 함정은 (가)의 O2 분압 120만 보고 들숨으로 착각하게 하는 것이다. 들숨은 산소가 많다는 점만 보면 헷갈리지만, CO2 분압이 0.3처럼 거의 없는 (라)를 먼저 잡아야 한다. 또 폐정맥은 이름에 '정맥'이 들어가도 산소가 많은 혈액을 운반하며, 반월판은 정맥이 아니라 심실에서 나가는 동맥 쪽에 있다는 점도 함께 구분해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

호흡 기체 분압 표에서는 먼저 CO2가 거의 0인 열을 들숨으로 잡고, 들숨보다 O2가 낮고 CO2가 높은 열을 날숨으로 본다. 혈액은 폐정맥이 산소가 많은 혈액, 폐동맥이 산소가 적은 정맥혈이라는 기준으로 판단한다.

암기 포인트

들숨은 CO2 거의 0, 폐정맥은 산소 많은 혈액, 폐동맥은 정맥혈이다. 반월판은 심실에서 나가는 동맥 입구에 있다.

NoteBase

문 10. 표는 피식자가 포식자로부터 포획되는 것을 피하고자 진화한 5가지 방어 기작과 그 사례를 나타낸 것이다. (가)~(다)는 뮐러 의태, 베이츠 의태, 기계적 방어를 순서 없이 나타낸 것이다. 이에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

방어 기작	사례
(가)	독이 없는 매나방 애벌레는 머리와 목이 독이 있는 초록 앵무새뱀의 머리를 닮았으며, 뱀처럼 쉬익 소리를 낸다.
(나)	같은 서식지에 공존하는 독나비속 나비들은 독성 물질을 자신의 몸에 축적하여 공통된 경고 패턴을 보인다.
(다)	고슴도치의 몸은 날카로운 가시로 덮여 있다.
위장(은폐)	(a)
화학적 방어	(b)

① (가)는 뮐러 의태이다.

② (나)는 특정 지역에서 둘 이상의 종이 수렴진화한다.

③ (다)는 기계적 방어이다.

④ '여치가 썩어 가는 낙엽과 유사한 몸의 형태와 색을 가진다.'는 (a)에 해당한다.

⑤ '폭탄먼지벌레는 위험 인지 시 복부 끝에서 100°C 내외의 유독한 물질을 뿜어낸다.'는 (b)에 해당한다.

정답 1번

출제 포인트

이 문제는 피식자의 방어 기작 중 뮐러 의태, 베이츠 의태, 기계적 방어, 위장, 화학적 방어의 사례를 구별하는 문제이다.

NoteBase

핵심 개념

뮐러 의태: 독성이나 방어 능력이 있는 여러 종이 공통된 경고 색이나 무늬를 갖는 현상이다.
베이츠 의태: 독성이나 방어 능력이 없는 종이 위험한 종을 닮아 포식자를 속이는 현상이다.
기계적 방어: 가시, 단단한 껍질, 날카로운 구조처럼 몸의 물리적 구조로 포식을 막는 방식이다.
위장(은폐): 주변 환경과 비슷한 형태나 색을 가져 포식자에게 잘 발견되지 않는 방식이다.
화학적 방어: 독성 물질, 악취 물질, 자극성 물질 등을 이용해 포식자를 막는 방식이다.

선지별 해설

① X
- 틀린 표현은 “(가)는 뮐러 의태”이다.
- (가)의 독이 없는 매나방 애벌레는 독이 있는 초록 앵무새뱀의 머리를 닮고 뱀처럼 쉬 소리를 낸다. 무해한 종이 위험한 종을 닮아 포식자를 피하므로 뮐러 의태가 아니라 베이츠 의태이다.

② O
- (나)는 같은 서식지의 독나비속 나비들이 독성 물질을 축적하고 공통된 경고 패턴을 보이는 사례이다. 방어 능력이 있는 둘 이상의 종이 비슷한 경고 신호를 갖는 것은 뮐러 의태이며, 특정 지역에서 여러 종이 유사한 형질로 수렴진화한 사례로 볼 수 있다.

③ O
- (다)의 고슴도치는 날카로운 가시로 몸이 덮여 있다. 포식자가 물거나 삼키기 어렵게 하는 물리적 구조이므로 기계적 방어이다.

④ O
- 여치가 썩어 가는 낙엽과 유사한 몸의 형태와 색을 가지는 것은 주변 환경과 비슷해져 포식자의 눈에 띄지 않는 사례이다. 따라서 (a)의 위장(은폐)에 해당한다.

⑤ O
- 폭탄먼지벌레가 위험을 느끼면 복부 끝에서 약 100도 내외의 유독한 물질을 뿜어내는 것은 화학 물질로 포식자를 막는 방식이다. 따라서 (b)의 화학적 방어에 해당한다.

오답 포인트

출제자가 노린 함정은 (가)를 의태라는 말만 보고 뮐러 의태로 판단하게 하는 것이다. 뮐러 의태는 닮는 종들이 모두 방어 능력을 가진 경우이고, 베이츠 의태는 방어 능력이 없는 종이 위험한 종을 흉내 내는 경우이다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

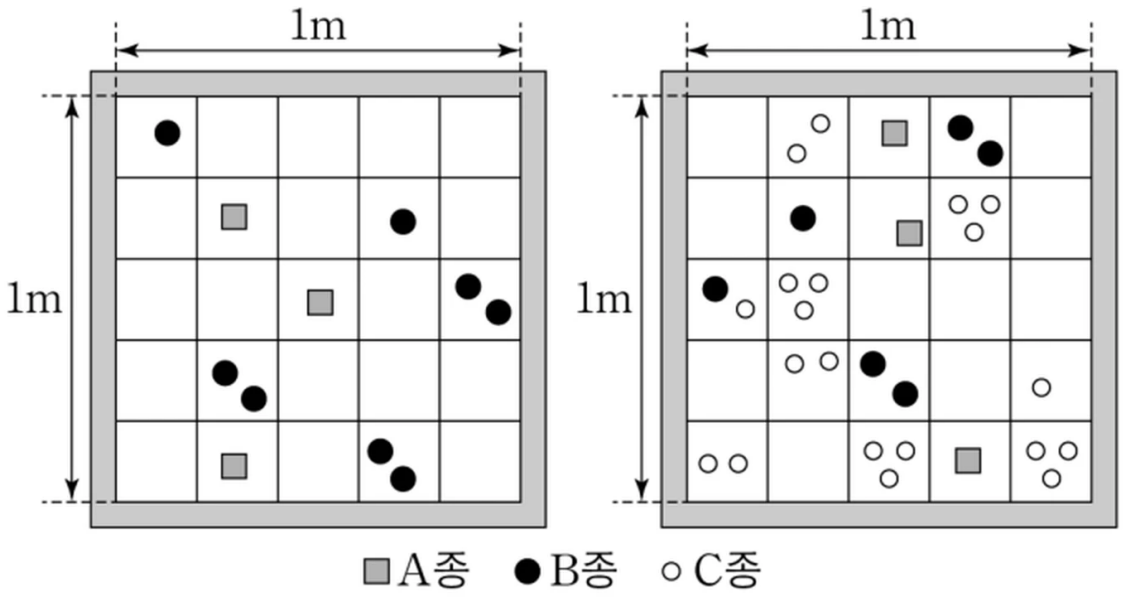
의태 문제에서는 먼저 닮는 쪽과 닮김의 대상이 각각 유해한지 확인한다. 둘 다 유해하면 뮐러 의태, 한쪽은 무해하고 위험한 종을 흉내 내면 베이츠 의태로 판단한다. 몸의 가시나 껍질은 기계적 방어, 주변 배경을 닮는 것은 위장, 독성 물질을 내보내는 것은 화학적 방어로 구별한다.

암기 포인트

베이츠 의태는 '무해한 가짜 위험', 뮐러 의태는 '유해한 종들의 같은 경고 신호'이다. 가시는 기계, 배경 닮기는 위장, 독성 분비는 화학적 방어이다.

NoteBase

문 11. 그림은 어떤 지역에 1m × 1m 방형구 2개를 설치하여 식물 군집을 조사한 것을 나타낸 것이다. 방형구 내의 각 도형은 개체수 1개를 의미하며, B종의 피도는 C종과 같고 A종의 1.5배이다. 이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, A~C종 이외의 식물은 고려하지 않는다)



<보 기>

ㄱ. A종의 중요도(중요치)는 80이다.

ㄴ. 빈도는 A종과 B종이 같다.

ㄷ. 상대 밀도는 B종이 C종보다 높다.

① ㄱ

② ㄴ

③ ㄷ

④ ㄱ, ㄴ

⑤ ㄴ, ㄷ

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 방형구 자료에서 개체수, 출현 방형구 수, 피도 조건을 구분하여 상대 밀도, 상대 빈도, 상대 피도를 계산하는 문제이다.

NoteBase

자료 읽는 순서

1. 각 도형은 개체수 1개이므로 A, B, C의 개체수를 먼저 센다.
2. 빈도는 해당 종이 출현한 방형구의 수로 판단한다.
3. 피도는 그림의 도형 수가 아니라 문제에서 준 조건인 B=C, B=1.5A를 사용한다.
4. 중요도는 상대 밀도+상대 빈도+상대 피도로 계산한다.

핵심 근거

개체수는 A 6개, B 14개, C 20개로 전체 40개이다. 따라서 상대 밀도는 A 15, B 35, C 50이다.
출현 방형구 수는 A 2개, B 2개, C 1개이므로 상대 빈도는 A 40, B 40, C 20이다.
피도는 B와 C가 같고 A의 1.5배이므로 A:B:C=2:3:3이고, 상대 피도는 A 25, B 37.5, C 37.5이다.
A의 중요도는 15+40+25=80이다.

선지별 해설

① X
ㄱ만 옳다는 조합이다. ㄱ은 맞지만 ㄴ도 맞으므로 ①은 옳은 것만을 모두 고른 조합이 아니다. 틀린 표현은 'ㄱ'만 고른 점이고, 올바르게는 'ㄱ, ㄴ'이다.

② X
ㄴ만 옳다는 조합이다. ㄴ은 맞지만 ㄱ도 맞으므로 ②는 옳은 것만을 모두 고른 조합이 아니다. 틀린 표현은 'ㄴ'만 고른 점이고, 올바르게는 'ㄱ, ㄴ'이다.

③ X
ㄷ만 옳다는 조합이다. ㄷ은 상대 밀도를 반대로 비교한 설명이므로 틀리고, ㄱ과 ㄴ이 옳다. 틀린 표현은 'ㄷ'이고, 올바르게는 'ㄱ, ㄴ'이다.

④ O
ㄱ과 ㄴ을 고른 조합이다. ㄱ은 A의 중요도 80으로 맞고, ㄴ은 A와 B가 두 방형구 모두에서 출현하므로 빈도가 같아 맞다.

⑤ X
ㄴ과 ㄷ을 고른 조합이다. ㄴ은 맞지만 ㄷ은 틀리고 ㄱ이 맞으므로 ⑤는 옳은 것만을 모두 고른 조합이 아니다. 틀린 표현은 'ㄴ, ㄷ'이고, 올바르게는 'ㄱ, ㄴ'이다.

NoteBase

보기 판단

ㄱ O: A의 상대 밀도는 6/40×100=15, 상대 빈도는 2/(2+2+1)×100=40, 상대 피도는 2/(2+3+3)×100=25이다. 따라서 A의 중요도는 15+40+25=80이다.
ㄴ O: A와 B는 두 개의 $1m \times 1m$ 방형구에 모두 출현한다. 따라서 빈도는 A종과 B종이 같다.
ㄷ X: 상대 밀도는 개체수 비율로 판단한다. B는 14개, C는 20개이므로 상대 밀도는 B 35, C 50이고, B종이 C종보다 높다는 표현은 틀리다. 올바르게는 상대 밀도는 C종이 B종보다 높다.

오답 포인트

출제자가 노린 함정은 밀도, 빈도, 피도를 같은 방식으로 세는 것이다. ㄴ의 빈도는 개체수 6개와 14개를 비교하는 것이 아니라 각 종이 출현한 방형구 수를 비교한다. ㄷ의 상대 밀도는 문제에서 준 피도 조건이 아니라 도형 개체수로 비교한다.

다시 나오면 이렇게 판단

방형구 문제에서는 밀도는 개체수, 빈도는 출현 방형구 수, 피도는 덮은 면적 또는 문제에서 제시된 피도 조건으로 나누어 판단한다. 중요도는 상대 밀도, 상대 빈도, 상대 피도를 각각 구한 뒤 더해서 판단한다.

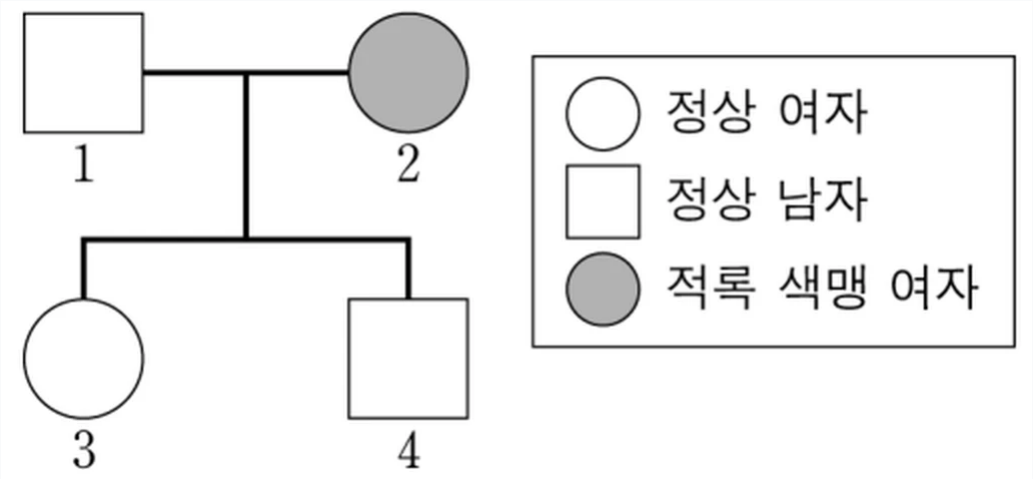
암기 포인트

중요도=상대 밀도+상대 빈도+상대 피도이고, 빈도는 '몇 개체인가'가 아니라 '몇 방형구에 나왔는가'이다.

NoteBase

문 12. 그림은 어떤 가족의 적록 색맹에 관한 가계도를, 표는 이 가족의 ABO식 혈액형에 관한 특징을 나타낸 것이다. 1~3의 핵형은 정상이고, 4는 체세포 1개당 염색체 수가 47개이며 클라인펠터 증후군을 나타낸다. 4가 태어날 때 1과 2 중 한 사람의 감수 분열에서 염색체 비분리가 1회만 일어났다.

이에 대한 설명으로 옳은 것은? (단, 제시된 염색체 비분리 이외의 다른 돌연변이는 고려하지 않는다)



특징

- 1~4의 ABO식 혈액형은 모두 다르다.
- 1과 2는 3에게 소량 수혈이 가능하다.

① 1의 ABO식 혈액형의 유전자형은 동형 접합이다.

② 2의 적혈구를 3의 혈장과 섞으면 응집 반응이 일어난다.

③ 4는 적록 색맹 유전자를 가지고 있지 않다.

④ 4가 태어날 때 1의 감수 2분열에서 성염색체 비분리가 일어났다.

⑤ 4의 동생이 태어날 때, B형의 적록 색맹인 남자 아이가 태어날 확률은 $\frac{1}{8}$이다.

정답 5번

출제 포인트

이 문제는 ABO식 혈액형 유전, 적록 색맹의 X 염색체 열성 유전, 클라인펠터 증후군*XXY*이 생기는 성염색체 비분리를 함께 판단하는 문제이다.

NoteBase

조건 정리

③은 ①과 ②의 혈액을 모두 소량 수혈받을 수 있고, ①~④의 ABO식 혈액형은 모두 다르다. 두 사람의 적혈구를 모두 받을 수 있는 혈액형은 AB형이므로 ③은 AB형이다.
③이 AB형이고 네 사람의 혈액형이 모두 다르려면 ①과 ②는 A형과 B형, ④는 O형이다. 또 ④가 O형으로 태어나려면 A형 부모는 I^Ai, B형 부모는 I^Bi인 이형 접합이어야 한다.
적록 색맹은 X 염색체 열성 형질이다. ②는 적록 색맹 여자이므로 X^cX^c, ①은 정상 남자이므로 X^CY이다. 정상인 클라인펠터 남자 ④는 X^CX^cY가 되어야 하므로, ①의 감수 1분열에서 X 염색체와 Y 염색체가 함께 들어간 정자가 만들어진 경우이다.

사용할 공식

ABO식 혈액형은 I^A, I^B, i의 조합으로 판단한다. A형과 B형 부모 사이에서 O형 자녀가 나오려면 부모 유전자형이 각각 I^Ai, I^Bi이어야 한다.
적록 색맹 남아의 확률은 성별 확률과 X 염색체 유전 확률을 곱해 판단한다. 어머니가 X^cX^c, 아버지가 X^CY이면 아들은 모두 X^cY로 적록 색맹이다.

계산 과정

동생의 B형 확률: $I^Ai \times I^Bi$에서 자녀 혈액형은 A형, B형, AB형, O형이 각각 1/4이다. 따라서 B형 확률은 1/4이다.
동생이 적록 색맹 남자일 확률: 남자일 확률은 1/2이고, 남자라면 어머니에게서 X^c를 받으므로 모두 적록 색맹이다. 따라서 적록 색맹 남자일 확률은 1/2이다.
두 형질은 독립적으로 계산하므로 B형의 적록 색맹 남자일 확률은 $1/4 \times 1/2 = 1/8$이다.

NoteBase

선지 판단

① X
①의 ABO식 혈액형은 A형 또는 B형이고, ④가 O형으로 태어나야 하므로 ①은 반드시 이형 접합이다. 틀린 표현은 '동형 접합'이며, 올바르게는 '①의 ABO식 혈액형 유전자형은 이형 접합이다'이다.

② X
③은 AB형이므로 혈장에 항A 항체와 항B 항체가 없다. 따라서 ②가 A형이든 B형이든 ②의 적혈구를 ③의 혈장과 섞어도 ABO식 응집 반응이 일어나지 않는다. 틀린 표현은 '응집 반응이 일어난다'이며, 올바르게는 '응집 반응이 일어나지 않는다'이다.

③ X
④는 정상인 클라인펠터 남자이므로 $X^{C}X^{c}Y$이다. 어머니 ②가 적록 색맹 여자라서 ④는 반드시 어머니에게서 적록 색맹 유전자 X^{c}를 받는다. 틀린 표현은 '적록 색맹 유전자를 가지고 있지 않다'이며, 올바르게는 '④는 적록 색맹 유전자를 가지고 있다'이다.

④ X
④가 정상 클라인펠터 남자 $X^{C}X^{c}Y$가 되려면 ①에게서 X 염색체와 Y 염색체가 함께 들어간 정자를 받아야 한다. 이는 ①의 감수 1분열에서 성염색체 비분리가 일어난 경우이다. 틀린 표현은 '감수 2분열'이며, 올바르게는 '감수 1분열'이다.

⑤ O
④의 동생이 B형일 확률은 1/4이고, 적록 색맹 남자일 확률은 1/2이다. 따라서 B형의 적록 색맹 남자 아이가 태어날 확률은 $1/4 \times 1/2 = 1/8$이다. 계산 결과와 일치하므로 옳다.

오답 포인트

가장 큰 함정은 클라인펠터 증후군을 단순히 '어머니의 X 염색체 비분리'로만 보는 것이다. 이 문항에서는 ④가 적록 색맹이 아니라 정상이라는 조건이 있으므로, 정상 X 염색체는 반드시 아버지 ①에게서 와야 한다. 따라서 X와 Y가 함께 들어간 정자, 즉 아버지의 감수 1분열 비분리를 잡아야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

수혈 조건으로 먼저 ABO 표현형을 고정하고, 자녀의 불가능한 혈액형이 보이면 부모의 이형 접합 여부를 확정한다. 성염색체 비분리는 자녀의 핵형만 보지 말고, X 염색체 열성 형질의 표현형까지 함께 대조해 어느 부모의 어느 분열에서 비분리가 일어났는지 판단한다.

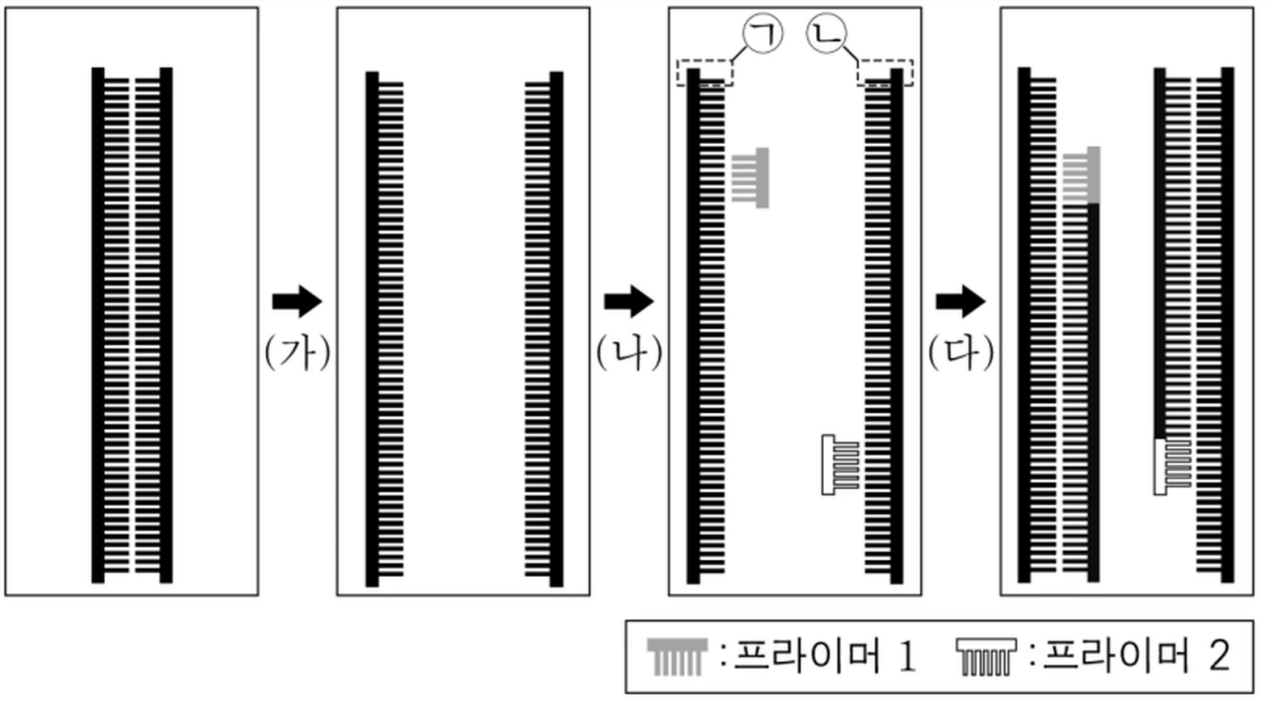
NoteBase

암기 포인트

A형과 B형 부모에게서 O형 자녀가 나오면 부모는 각각 I^Ai, I^Bi이다. 정상 클라인펠터 남자 X^CX^cY가 색맹 어머니와 정상 아버지 사이에서 태어나면, 아버지의 감수 1분열 비분리로 XY 정자가 만들어진 경우이다.

NoteBase

문 13. 그림은 PCR 과정의 일부를 나타낸 것이다. (가)~(다)는 프라이머 부착, DNA 변성, DNA 합성을 순서 없이 나타낸 것이다. ㉠과 ㉡은 각각 5′ 말단과 3′ 말단 중 하나이다. 이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?



<보 기>

ㄱ. 5′ 말단은 ㉡이다.

ㄴ. (가) 단계와 같이 DNA를 단일 가닥으로 분리하는 효소는 토포아이소머레이즈(topoisomerase)이다.

ㄷ. 특정 유전자를 증폭하기 위해 (다) 단계에서 4종류의 ddNTP를 사용한다.

① ㄱ

② ㄷ

③ ㄱ, ㄴ

④ ㄱ, ㄷ

⑤ ㄴ, ㄷ

정답 1번

출제 포인트

이 문제는 PCR 도식에서 DNA 변성, 프라이머 부착, DNA 합성 단계를 구별하고, 가닥의 방향성과 PCR에 쓰이는 뉴클레오타이드를 판단하는 문제이다.

NoteBase

선지별 해설

ㄱ. O
ㄴ은 5' 말단이다. (나)에서 프라이머 1은 왼쪽 주형 가닥에 붙어 아래쪽으로 합성되고, 프라이머 2는 오른쪽 주형 가닥에 붙어 위쪽으로 합성된다. DNA 합성은 새 가닥의 5'에서 3' 방향으로 진행되므로 오른쪽 주형 가닥의 위쪽 끝인 ㄴ이 5' 말단에 해당한다.

ㄴ. X
(가) 단계는 DNA 변성 단계로, 이중 가닥 DNA가 열에 의해 단일 가닥으로 분리되는 과정이다. 틀린 표현은 "토포아이소머레이스"이다. 올바르게는 DNA를 단일 가닥으로 분리하는 것은 고온 처리로 수소 결합을 끊는 변성이며, 토포아이소머레이스는 DNA 초나선 구조를 조절하는 효소이다.

ㄷ. X
(다) 단계는 DNA 합성 단계이지만 PCR에서는 4종류의 dNTP를 사용한다. 틀린 표현은 "ddNTP"이다. 올바르게는 DNA 중합효소가 dATP, dTTP, dGTP, dCTP와 같은 dNTP를 이용해 새 DNA 가닥을 합성한다. ddNTP는 사슬 종결을 일으키므로 주로 생어 염기서열 분석에 사용된다.

① O
ㄱ만 옳으므로 정답이다.

② X
ㄷ은 ddNTP가 아니라 dNTP를 사용해야 하므로 옳지 않다. 틀린 표현은 "ㄷ"이다. 올바르게는 ㄱ만 옳다.

③ X
ㄱ은 옳지만 ㄴ은 옳지 않다. 틀린 표현은 "ㄱ, ㄴ"이다. 올바르게는 ㄱ만 옳다.

④ X
ㄱ은 옳지만 ㄷ은 옳지 않다. 틀린 표현은 "ㄱ, ㄷ"이다. 올바르게는 ㄱ만 옳다.

⑤ X
ㄴ과 ㄷ은 모두 옳지 않다. 틀린 표현은 "ㄴ, ㄷ"이다. 올바르게는 ㄱ만 옳다.

오답 포인트

출제자가 노린 함정은 PCR의 세 단계 이름을 일반 DNA 대사 효소나 염기서열 분석 재료와 섞은 점이다. (가)는 효소가 가닥을 푸는 단계가 아니라 고온에 의한 변성이고, (다)는 ddNTP가 아니라 dNTP를 넣어 계속 합성하는 단계이다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

PCR 그림은 이중 가닥이 벌어지면 변성, 짧은 조각이 붙으면 프라이머 부착, 프라이머에서 새 가닥이 길어지면 DNA 합성으로 판단한다. 말단 방향은 새 가닥이 항상 5'에서 3' 방향으로 합성되고 주형 가닥은 그와 반대 방향이라는 점으로 판단한다.

암기 포인트

PCR은 변성-프라이머 부착-신장 순서이며, 재료는 dNTP이고 ddNTP는 사슬 종결용이다.

NoteBase

문 14. 자동차 에어백 전개 시 NaN_3 고체를 분해시키면 Na 고체와 N_2 기체를 얻을 수 있다. 1atm, 300K **에서** NaN_3 **고체** 39g**이 모두 분해될 때, 생성되는** N_2 **기체 부피는? (단,** NaN_3**의 물질량은** 65g/mol**,** N_2**의 물질량은** 28g/mol**, 기체 상수는** $0.08atm \cdot L/mol \cdot K$**이고,** N_2**는 이상기체이다)**

① 19.2L

② 20.0L

③ 20.8L

④ 21.6L

⑤ 22.4L

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 NaN_3의 분해 반응식에서 N_2의 몰수를 구한 뒤 이상기체 상태방정식 $PV = nRT$로 기체 부피를 계산하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: NaN_3 질량 $39g$, NaN_3 몰질량 $65g/mol$, $P = 1atm$, $T = 300K$, $R = 0.08atm \cdot L/(mol \cdot K)$이다.
구해야 할 값: 생성되는 N_2 기체의 부피이다.
주의할 조건: NaN_3 1몰이 곧바로 N_2 1몰이 되는 것이 아니라, 반응식의 계수비를 적용해야 한다.

사용할 공식

분해 반응식은 $2NaN_3 \rightarrow 2Na + 3N_2$이다.
따라서 $NaN_3 : N_2 = 2 : 3$이다.
이상기체의 부피는 $PV = nRT$, 즉 $V = \frac{nRT}{P}$로 구한다.
이 공식을 쓰는 이유: 문제에서 N_2가 이상기체이고 압력, 온도, 기체상수가 주어졌으므로 몰수를 구한 뒤 $PV = nRT$를 적용할 수 있다.

계산 과정

1. NaN_3의 몰수는 $\frac{39g}{65g/mol} = 0.6mol$이다.
2. 반응식에서 $2mol$의 NaN_3가 $3mol$의 N_2를 만들므로, N_2의 몰수는 $0.6 \times \frac{3}{2} = 0.9mol$이다.
3. 이상기체식에 대입하면 $V = \frac{0.9 \times 0.08 \times 300}{1} = 21.6L$이다.

NoteBase

선지 판단

① X
- 19.2L는 계산 결과 21.6L와 다르다. 틀린 표현은 19.2L이고, 올바르게는 21.6L이다.

② X
- 20.0L는 NaN_3와 N_2의 몰비 2 : 3을 정확히 반영한 결과가 아니다. 틀린 표현은 20.0L이고, 올바르게는 21.6L이다.

③ X
- 20.8L는 $n = 0.9mol$, $R = 0.08atm \cdot L/(mol \cdot K)$, $T = 300K$, $P = 1atm$을 대입한 값과 일치하지 않는다. 틀린 표현은 20.8L이고, 올바르게는 21.6L이다.

④ O
- NaN_3 0.6mol에서 N_2 0.9mol이 생성되고, $PV = nRT$에 대입하면 부피가 21.6L이다.

⑤ X
- 22.4L는 표준상태의 몰부피 22.4L를 떠올려 고르는 함정값에 가깝다. 이 문제는 1atm, 300K, $R = 0.08$ 조건을 써야 하므로 틀린 표현은 22.4L이고, 올바르게는 21.6L이다.

계산 결과 21.6L이므로 정답은 4번이다.

오답 포인트

가장 큰 함정은 NaN_3의 몰수를 구한 뒤 바로 이상기체식에 넣는 것이다. 반드시 $2NaN_3 \rightarrow 3N_2$의 계수비를 거쳐 N_2의 몰수 0.9mol을 만든 뒤 부피를 계산해야 한다. ⑤의 22.4L는 300K 조건을 무시하고 표준상태 몰부피를 기계적으로 적용할 때 고르기 쉬운 값이다.

다시 나오면 이렇게 판단

기체 생성량 계산 문제는 반응식 균형 맞추기, 반응물 몰수 계산, 계수비로 생성 기체 몰수 계산, $PV = nRT$ 대입 순서로 판단한다.

암기 포인트

에어백 반응 $2NaN_3 \rightarrow 2Na + 3N_2$에서는 NaN_3 2몰이 N_2 3몰을 만든다.

NoteBase

문 15. 기체 분출 장치에 He 기체와 HCl 기체 혼합물을 넣었다. 일정한 온도와 부피의 He 기체가 장치로부터 분출되는 데 3.5분이 걸렸다면, 같은 조건에서 HCl 기체가 분출되는 데 걸리는 시간은? (단, He의 몰질량은 4g/mol, HCl의 몰질량은 36g/mol, 두 기체는 이상기체이다)

① 3.5분

② 7.0분

③ 10.5분

④ 14분

⑤ 31.5분

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 그레이엄의 분출 법칙을 이용해 몰질량이 다른 기체의 분출 시간을 비교하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: He의 몰질량은 $4g/mol$, HCl의 몰질량은 $36g/mol$, He의 분출 시간은 3.5분이다.
구해야 할 값: 같은 조건에서 HCl 기체가 분출되는 데 걸리는 시간이다.
주의할 조건: 일정한 온도와 부피이고 두 기체는 이상기체이므로, 같은 부피는 같은 몰수에 해당한다.

사용할 공식

그레이엄의 분출 법칙에 따르면 기체의 분출 속도 r는 몰질량 M의 제곱근에 반비례한다.
$r \propto \frac{1}{\sqrt{M}}$
같은 양이 분출될 때 걸리는 시간 t는 속도에 반비례하므로 몰질량의 제곱근에 비례한다.
$\frac{t_{HCl}}{t_{He}} = \sqrt{\frac{M_{HCl}}{M_{He}}}$
이 공식을 쓰는 이유: 문제는 같은 조건에서 He와 HCl의 분출 시간을 비교하므로, 분출 속도와 몰질량의 관계를 바로 적용할 수 있다.

계산 과정

1. 몰질량비를 대입한다.
$\frac{t_{HCl}}{3.5} = \sqrt{\frac{36}{4}}$
2. 제곱근을 계산한다.
$\sqrt{\frac{36}{4}} = \sqrt{9} = 3$
3. HCl의 분출 시간을 구한다.
$t_{HCl} = 3.5 \times 3 = 10.5$
따라서 HCl 기체가 분출되는 데 걸리는 시간은 10.5분이다.

NoteBase

선지 판단

① X
계산 결과는 10.5분이므로 3.5분은 틀리다. 틀린 표현 3.5분 → 올바르게는 10.5분이다. 3.5분은 몰질량 차이에 따른 분출 속도 차이를 고려하지 않고 He와 HCl의 시간이 같다고 본 값이다.

② X
계산 결과는 10.5분이므로 7.0분은 틀리다. 틀린 표현 7.0분 → 올바르게는 10.5분이다. 7.0분은 몰질량비 9의 제곱근인 3을 적용하지 않고 임의로 2배만 한 값이다.

③ O
HCl의 몰질량은 He의 9배이므로 분출 속도는 He의 1/3이고, 같은 양이 분출되는 시간은 3배가 된다.
3.5 × 3 = 10.5분이므로 맞다.

④ X
계산 결과는 10.5분이므로 14분은 틀리다. 틀린 표현 14분 → 올바르게는 10.5분이다. 14분은 몰질량비를 36/9처럼 잘못 처리하거나 단순 배수로 착각한 값으로 볼 수 있다.

⑤ X
계산 결과는 10.5분이므로 31.5분은 틀리다. 틀린 표현 31.5분 → 올바르게는 10.5분이다. 31.5분은 시간비에 몰질량비 9를 그대로 곱한 값으로, 제곱근을 취해야 한다는 점을 놓친 것이다.

오답 포인트

출제자가 노린 함정은 몰질량비 36 : 4 = 9 : 1을 시간비에 그대로 적용하는 것이다. 분출 속도는 몰질량에 반비례하는 것이 아니라 몰질량의 제곱근에 반비례하므로, 시간비는 9배가 아니라 3배이다.

다시 나오면 이렇게 판단

분출 또는 확산 비교 문제는 먼저 몰질량비를 잡고, 속도비는 $1/\sqrt{M}$, 시간비는 $\sqrt{M}$로 판단한다. 같은 양이 빠져나가는 시간 문제이면 속도비를 뒤집어 시간비로 바꾼다.

암기 포인트

그레이엄 법칙에서는 가벼운 기체가 더 빨리 분출된다. 몰질량이 9배이면 속도는 1/3, 시간은 3배이다.

NoteBase

문 16. 수소 원자의 $n=2$ 에너지 준위에 있는 전자는 656nm의 빛을 흡수하면 $n=3$ 에너지 준위로 들뜬다. $n=3$ 에너지 준위로 들뜬 전자가 바닥상태 에너지 준위($n=1$)로 떨어질 때 방출하는 광자의 파장은?

① 97.2nm

② 102.5nm

③ 121.6nm

④ 486.2nm

⑤ 1875nm

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 수소 원자의 에너지 준위 차와 광자 에너지 $E=hc/\lambda$의 반비례 관계를 이용해 $n=3$에서 $n=1$로 전이할 때의 파장을 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: $n=2$에서 $n=3$으로 올라갈 때 흡수한 빛의 파장은 $656nm$이다.
구해야 할 값: $n=3$에서 $n=1$로 떨어질 때 방출하는 광자의 파장이다.
주의할 조건: 방출과 흡수는 방향만 다르고, 파장은 전이하는 두 에너지 준위의 에너지 차 크기로 결정된다.

사용할 공식

수소 원자의 에너지 준위는 $E_n=-13.6/n^2$에 비례하므로 두 준위 사이의 에너지 차는
$\Delta E \propto 1/n_{\text{lower}}^2 - 1/n_{\text{upper}}^2$이다.
광자 에너지는 $E=hc/\lambda$이므로 에너지 차가 클수록 파장은 짧아진다.
이 공식을 쓰는 이유: 문제는 같은 수소 원자에서 서로 다른 전이의 파장을 비교하므로, 에너지 차의 비를 구한 뒤 파장의 반비례 관계를 적용하면 된다.

NoteBase

계산 과정

1. $n=2$와 $n=3$ 사이의 에너지 차는
Δ E_3→2 12^2-13^2=14-19=536
이다.
2. $n=3$에서 $n=1$로 떨어질 때의 에너지 차는
Δ E_3→1 11^2-13^2=1-19=89
이다.
3. 에너지 차의 비는
Δ E_3→1Δ E_3→2=89536=325=6.4
이다.
4. 파장은 에너지에 반비례하므로
_3→1=656 nm6.4=102.5 nm
이다.

선지 판단

① X
- 97.2nm는 계산값 102.5nm보다 짧다. 이는 실제 $n=3\to1$ 전이보다 더 큰 에너지 차를 가정한 값이므로 틀린 표현이다. 올바르게는 102.5nm이다.

② O
- $n=3\to1$ 전이의 에너지 차는 $n=3\to2$ 전이의 6.4배이고, 파장은 그 역수로 줄어든다. 따라서 $656nm\div6.4=102.5nm$가 되어 맞다.

③ X
- 121.6nm는 수소 원자의 $n=2\to1$ 전이에 해당하는 대표적인 라이먼 알파선 파장이다. 이 문제는 $n=3\to1$ 전이를 묻고 있으므로 틀린 표현이다. 올바르게는 102.5nm이다.

④ X
- 486.2nm는 가시광 영역의 다른 전이 파장으로, $n=3\to1$처럼 바닥상태로 바로 떨어질 때의 큰 에너지 방출에 비해 파장이 너무 길다. 올바르게는 102.5nm이다.

⑤ X
- 1875nm는 적외선 영역의 긴 파장으로, 작은 에너지 차 전이에 해당한다. $n=3\to1$ 전이는 에너지 차가 커서 자외선의 짧은 파장이 나오므로 틀린 표현이다. 올바르게는 102.5nm이다.

계산 결과 102.5nm이므로 정답은 2번이다.

NoteBase

오답 포인트

출제자가 노린 함정은 656 nm를 단순히 방출 파장으로 외우거나, $n = 2 \to 1$의 $121.6nm$와 혼동하게 하는 것이다. 이 문항에서는 656 nm가 $n = 2 \leftrightarrow n = 3$ 사이의 에너지 차를 알려 주는 기준값이고, 최종 질문은 $n = 3 \to 1$ 전이이다.

다시 나오면 이렇게 판단

수소 원자 전이 파장 문제는 먼저 두 전이의 $1/n^2$ 차이를 각각 구하고, 에너지 차의 비를 만든 뒤, 파장은 에너지와 반비례한다는 관계로 판단한다.

암기 포인트

수소 원자에서는 $\Delta E \propto 1/n_{\text{lower}}^2 - 1/n_{\text{upper}}^2$, $\lambda \propto 1/\Delta E$이다. 바닥상태 $n = 1$로 떨어지는 전이는 에너지 차가 커서 파장이 짧아진다.

NoteBase

문 17. 반도체 칩의 주요 구성 요소인 Si는 자연에 ^{28}Si, ^{29}Si, ^{30}Si의 세 가지 동위원소로 존재한다. 이에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① ^{29}Si와 ^{30}Si는 같은 전자수를 가진다.

② ^{28}Si와 ^{30}Si는 다른 질량수를 가진다.

③ ^{29}Si와 ^{30}Si는 다른 중성자 수를 가진다.

④ ^{28}Si와 ^{29}Si는 다른 양성자 수를 가진다.

⑤ ^{28}Si와 ^{29}Si는 같은 원자 번호를 가진다.

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 규소 동위원소 ^{28}Si, ^{29}Si, ^{30}Si에서 원자번호, 질량수, 양성자수, 중성자수, 전자수를 구분하는 문제이다.

핵심 개념

동위원소: 원자번호는 같고 질량수가 다른 같은 원소의 원자이다.
원자번호: 양성자수와 같으며, 중성 원자에서는 전자수와도 같다.
질량수: 양성자수와 중성자수의 합이다.
규소 Si의 원자번호는 14이므로 세 동위원소의 양성자수는 모두 14이고, 중성 원자라면 전자수도 모두 14이다.
중성자수는 질량수에서 원자번호 14를 뺀 값이므로 ^{28}Si는 14, ^{29}Si는 15, ^{30}Si는 16이다.

NoteBase

선지별 해설

① O

^{29}Si와 ^{30}Si는 모두 규소 원자이므로 원자번호가 14로 같고, 중성 원자에서는 전자수도 각각 14로 같다.

② O

^{28}Si와 ^{30}Si에서 왼쪽 위 숫자 28과 30은 질량수이므로 서로 다른 질량수를 가진다.

③ O

^{29}Si의 중성자수는 $29 - 14 = 15$, ^{30}Si의 중성자수는 $30 - 14 = 16$이므로 서로 다른 중성자 수를 가진다.

④ X

틀린 부분은 "다른 양성자 수"이다. ^{28}Si와 ^{29}Si는 모두 규소이므로 원자번호가 14로 같고, 양성자수도 모두 14이다. 올바르게는 "^{28}Si와 ^{29}Si는 같은 양성자 수를 가진다"이다.

⑤ O

^{28}Si와 ^{29}Si는 같은 원소인 규소의 동위원소이므로 원자번호가 14로 같다.

오답 포인트

출제자가 노린 함정은 질량수 차이를 양성자수 차이로 착각하게 하는 것이다. 동위원소에서 달라지는 것은 질량수와 중성자수이고, 원소를 결정하는 원자번호와 양성자수는 변하지 않는다.

다시 나오면 이렇게 판단

동위원소 표기 ^{A}X가 나오면 먼저 원소 기호로 원자번호를 고정하고, 질량수 A에서 원자번호를 빼서 중성자수를 구한다. 같은 원소끼리는 양성자수와 원자번호가 같다고 판단한다.

암기 포인트

동위원소는 원자번호와 양성자수는 같고, 질량수와 중성자수는 다르다.

NoteBase

문 18. 주기율표의 원소에 대한 설명으로 옳은 것은?

① 양이온의 크기는 Na^+가 K^+보다 크다.

② 음이온의 크기는 F^-가 Cl^-보다 크다.

③ 원자 반지름은 Al이 Si보다 작다.

④ 전자 친화도는 S가 Cl보다 큰 음의 값을 가진다.

⑤ 삼차 이온화 에너지는 B가 C보다 작다.

정답 5번

출제 포인트

이 문제는 주기율표에서 원자 반지름, 이온 반지름, 전자 친화도, 이온화 에너지의 주기적 경향을 비교하는 문제이다.

핵심 개념

원자 반지름: 같은 주기에서는 왼쪽에서 오른쪽으로 갈수록 유효 핵전하가 커져 대체로 작아지고, 같은 족에서는 아래로 갈수록 전자껍질 수가 늘어 커진다.
이온 반지름: 같은 족의 같은 전하 이온은 아래로 갈수록 커진다.
전자 친화도: 원자가 전자를 얻을 때의 에너지 변화이며, 할로젠 중 염소는 플루오린보다 전자 친화도가 더 큰 음의 값을 갖는 대표 예외이다.
이온화 에너지: 기체 상태 원자나 이온에서 전자를 떼어 내는 데 필요한 에너지이며, 내부 전자에 가까워질수록 급격히 커진다.

NoteBase

선지별 해설

① X
틀린 부분은 "Na^+가 K^+보다 크다"이다. Na^+와 K^+는 같은 1족 양이온이고, 아래쪽 원소인 K가 전자껍질 수가 더 많으므로 K^+가 Na^+보다 크다.

② X
틀린 부분은 "F^-가 Cl^-보다 크다"이다. F^-와 Cl^-는 같은 17족 음이온이고, 아래쪽 원소인 Cl이 전자껍질 수가 더 많으므로 Cl^-가 F^-보다 크다.

③ X
틀린 부분은 "Al이 Si보다 작다"이다. Al과 Si는 같은 3주기 원소이고, 같은 주기에서는 오른쪽으로 갈수록 원자 반지름이 작아지므로 왼쪽의 Al이 Si보다 크다.

④ X
틀린 부분은 "S가 Cl보다 큰 음의 값을 가진다"이다. 같은 3주기에서 Cl은 S보다 전자를 받아 안정한 음이온을 만들기 쉬워 전자 친화도가 더 큰 음의 값을 갖는다. 올바르게는 Cl이 S보다 더 큰 음의 전자 친화도 값을 가진다.

⑤ O
B와 C의 삼차 이온화 에너지를 비교하면 B가 C보다 작다. B는 전자배치가 $1s^2 2s^2 2p^1$이므로 세 번째 전자는 여전히 바깥쪽 $2s$ 전자에서 제거된다. C도 세 번째 전자를 제거할 때 $2s$ 전자를 떼지만, C는 B보다 핵전하가 커 전자를 더 강하게 잡으므로 삼차 이온화 에너지가 더 크다.

오답 포인트

①과 ②는 같은 족에서 아래로 갈수록 이온 반지름이 커진다는 규칙을 거꾸로 묻는다. ③은 같은 주기에서 오른쪽으로 갈수록 원자 반지름이 작아진다는 점을 바꾼 선지이다. ④는 전자 친화도의 부호 표현에서 "큰 음의 값"을 누가 갖는지 헷갈리게 만든다.

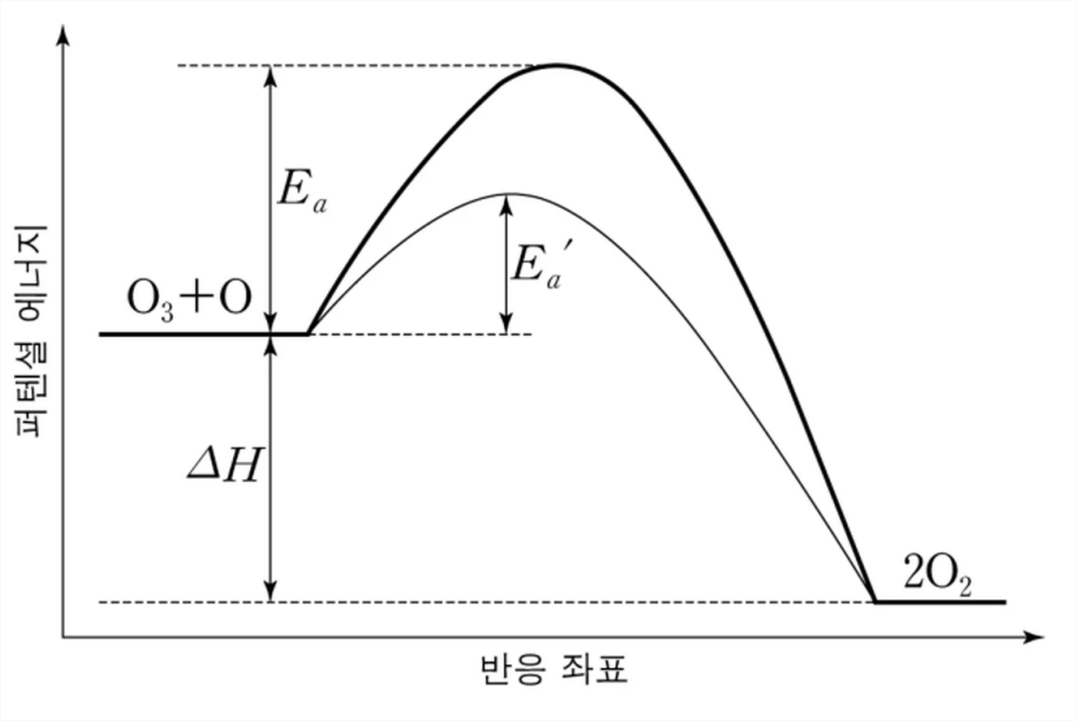
다시 나오면 이렇게 판단

반지름 비교는 먼저 같은 주기인지 같은 족인지 확인한다. 같은 주기 원자 반지름은 오른쪽으로 갈수록 작아지고, 같은 족의 이온 반지름은 아래로 갈수록 커진다. 이온화 에너지는 제거되는 전자가 어느 껍질에 있는지와 핵전하 크기를 함께 비교한다.

암기 포인트

반지름은 같은 족 아래로 커지고 같은 주기 오른쪽으로 작아진다. 삼차 이온화 에너지는 B < C이고, 전자 친화도는 Cl이 S보다 더 큰 음의 값이다.

문 19. 그림은 성층권에서 오존(O_3) 파괴 반응의 퍼텐셜 에너지 도표를 나타낸 것이다. 화학반응 속도론적 설명으로 옳은 것은? (단, $\triangle H$는 반응 엔탈피, E_a는 비촉매화 반응 활성화 에너지, E_a'은 촉매화 반응 활성화 에너지이다)



① 활성화 에너지는 온도와 반응 경로 변화에 따라 바뀐다.

② 반응 속도 상수는 반응 경로와 상관없이 일정하다.

③ 일정한 온도에서 촉매화 반응은 반응 평형에 더 빠르게 도달한다.

④ 일정한 온도에서 반응 엔탈피는 촉매의 종류에 따라 달라진다.

⑤ 일정한 온도에서 촉매화 반응 속도는 더 빨라지지만 그 반응 속도 상수는 일정하다.

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 퍼텐셜 에너지 도표에서 촉매 사용 시 활성화 에너지 E_a'가 E_a보다 낮아지는 점과, 반응 엔탈피 ΔH는 반응물과 생성물의 에너지 차이라는 점을 판단하는 문제이다.

NoteBase

선지별 해설

① X
활성화 에너지는 같은 반응 경로에서는 온도가 바뀐다고 달라지는 값이 아니라 반응 경로가 바뀔 때 달라진다. 촉매는 다른 반응 경로를 제공하므로 활성화 에너지를 낮춘다. 틀린 표현은 "온도와 반응 경로 변화에 따라"이고, 올바르게는 "반응 경로 변화, 특히 촉매 사용 여부에 따라" 바뀐다.

② X
반응 속도 상수는 온도와 활성화 에너지의 영향을 받으므로 반응 경로와 무관하게 일정하지 않다. 촉매화 반응에서는 E_a'가 더 작아져 같은 온도에서 속도 상수가 커진다. 틀린 표현은 "반응 경로와 상관없이 일정하다"이고, 올바르게는 "같은 온도에서도 반응 경로가 달라지면 달라질 수 있다"이다.

③ O
촉매는 활성화 에너지를 낮추어 정반응과 역반응 속도를 모두 증가시킨다. 평형 위치나 ΔH를 바꾸지는 않지만, 같은 온도에서 평형에 도달하는 시간은 짧아진다.

④ X
반응 엔탈피는 반응물 $O_3 + O$와 생성물 $2O_2$의 에너지 차이로 정해지는 상태함수이다. 촉매의 종류나 반응 경로가 달라져도 ΔH는 달라지지 않는다. 틀린 표현은 "촉매의 종류에 따라 달라진다"이고, 올바르게는 "촉매와 무관하게 일정하다"이다.

⑤ X
촉매화 반응 속도가 더 빨라지는 이유는 활성화 에너지가 낮아져 같은 온도에서 속도 상수가 커지기 때문이다. 틀린 표현은 "그 반응 속도 상수는 일정하다"이고, 올바르게는 "촉매화 반응의 속도 상수는 더 커진다"이다.

오답 포인트

출제자가 노린 함정은 촉매가 평형과 반응열까지 바꾼다고 착각하게 하는 것이다. 촉매는 에너지 장벽인 활성화 에너지만 낮추어 속도를 빠르게 하고, 반응물과 생성물의 에너지 차이인 ΔH와 평형 위치는 바꾸지 않는다.

다시 나오면 이렇게 판단

에너지 도표에서는 먼저 반응물과 생성물의 높이 차이로 ΔH를 판단하고, 반응물에서 꼭대기까지의 높이로 활성화 에너지를 판단한다. 촉매 곡선은 꼭대기가 낮은 경로이므로 속도와 속도 상수는 증가하지만 엔탈피 변화와 평형은 변하지 않는다.

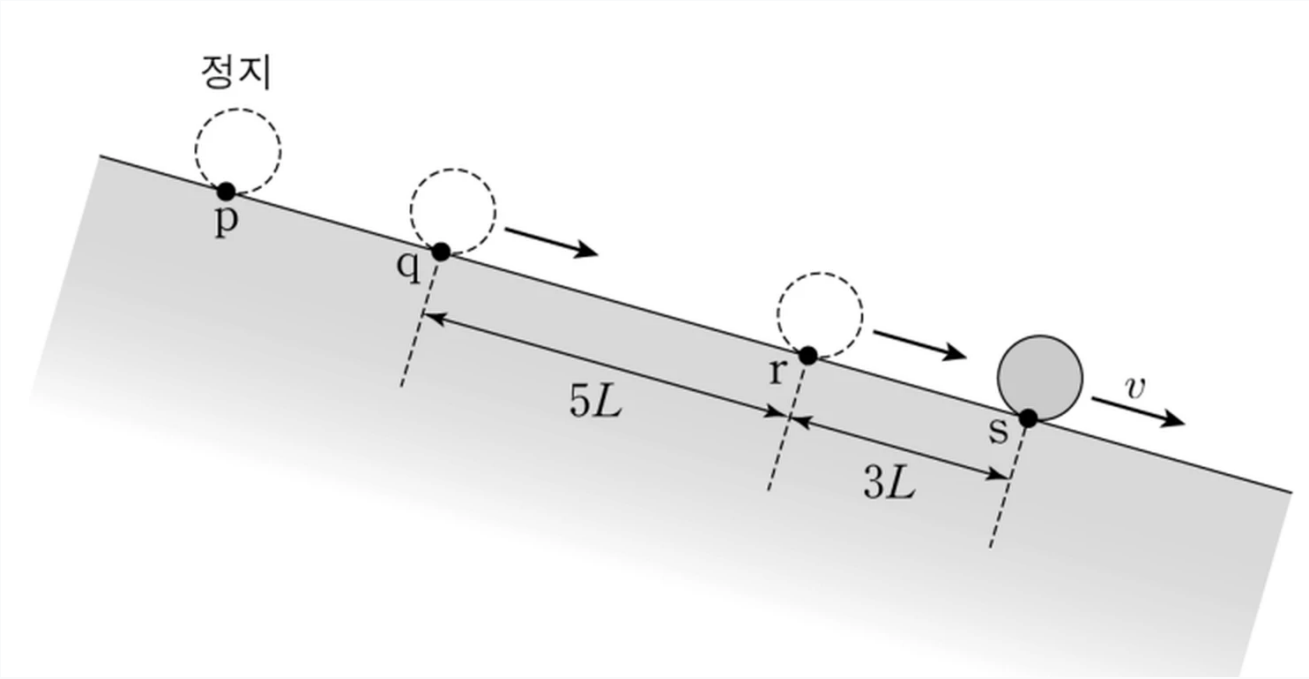
암기 포인트

촉매는 E_a를 낮추어 속도와 k를 크게 하지만, ΔH와 평형은 바꾸지 않는다.

NoteBase

문 20. 그림과 같이 빗면의 점 p에서 가만히 놓은 물체가 등가속도 직선 운동을 하여 점 q, r, s를 지난다. s에서 물체의 속력은 v이다. q와 r 사이의 거리, r와 s 사이의 거리는 각각 $5L$, $3L$이고, 물체가 q에서 r까지 운동하는 데 걸린 시간은 r에서 s까지 운동하는 데 걸린 시간의 3배이다.

물체의 가속도의 크기는? (단, 물체의 크기는 무시한다)



① $\frac{3v^2}{50L}$
② $\frac{3v^2}{25L}$
③ $\frac{3v^2}{12L}$
④ $\frac{3v^2}{4L}$
⑤ $\frac{3v^2}{2L}$

정답 1번

출제 포인트

이 문제는 등가속도 직선 운동에서 구간 거리와 구간 시간의 관계를 이용해 빗면 방향 가속도 a의 크기를 구하는 문제이다.

NoteBase

조건 정리

주어진 값: q와 r 사이의 거리는 $5L$, r와 s 사이의 거리는 $3L$, s에서 속력은 v이다.
구해야 할 값: 물체의 가속도 크기 a이다.
주의할 조건: $q \to r$에 걸린 시간이 $r \to s$에 걸린 시간의 3배이다. 따라서 $r \to s$의 시간을 T로 두면 $q \to r$의 시간은 $3T$이다.

사용할 공식

등가속도 직선 운동의 변위식과 속도식을 사용한다.
$s = ut + \frac{1}{2}at^2$
$v_f = u + at$
이 공식을 쓰는 이유: 물체가 빗면을 따라 일정한 가속도로 움직이고, 각 구간의 거리와 시간비가 주어져 있으므로 구간별 변위를 시간 T와 가속도 a로 나타낼 수 있다.

계산 과정

$r \to s$의 시간을 T, q에서의 속력을 u라고 둔다. p에서 가만히 놓았더라도 q에 도달한 뒤에는 일반적으로 속력 u를 가진다.
$q \to r$ 구간:
$5L = 3uT + \frac{1}{2}a(3T)^2 = 3uT + \frac{9}{2}aT^2$
$r \to s$ 구간에서 r에서의 속력은 $u + 3aT$이므로,
$3L = (u + 3aT)T + \frac{1}{2}aT^2 = uT + \frac{7}{2}aT^2$
$X = uT$, $Y = aT^2$로 두면
$5L = 3X + \frac{9}{2}Y$
$3L = X + \frac{7}{2}Y$
두 식을 풀면 $Y = \frac{2L}{3}$, $X = \frac{2L}{3}$이다.
s에서의 속력은
$v = u + 4aT$
이므로
$vT = uT + 4aT^2 = X + 4Y = \frac{2L}{3} + \frac{8L}{3} = \frac{10L}{3}$
따라서
$T = \frac{10L}{3v}$
이고,
$a = \frac{Y}{T^2} = \frac{\frac{2L}{3}}{\left(\frac{10L}{3v}\right)^2} = \frac{3v^2}{50L}$
이다.

NoteBase

선지 판단

① O - 계산 결과 $a = \frac{3v^2}{50L}$이므로 옳다.
② X - $\frac{3v^2}{25L}$은 계산 결과의 2배이다. 틀린 표현 $\frac{3v^2}{25L}$ → 올바르게는 $\frac{3v^2}{50L}$이다.
③ X - $\frac{3v^2}{12L}$은 시간비 3:1을 변위식에 정확히 반영한 값이 아니다. 틀린 표현 $\frac{3v^2}{12L}$ → 올바르게는 $\frac{3v^2}{50L}$이다.
④ X - $\frac{3v^2}{4L}$은 가속도 크기를 지나치게 크게 만든 값이며, 두 구간의 초기속도 변화를 반영하지 않은 오답이다. 틀린 표현 $\frac{3v^2}{4L}$ → 올바르게는 $\frac{3v^2}{50L}$이다.
⑤ X - $\frac{3v^2}{2L}$은 총거리 $8L$와 시간비 조건을 함께 만족하지 않는다. 틀린 표현 $\frac{3v^2}{2L}$ → 올바르게는 $\frac{3v^2}{50L}$이다.
계산 결과 $\frac{3v^2}{50L}$이므로 정답은 1번이다.

오답 포인트

출제자가 노린 함정은 p에서 정지 출발했다는 말 때문에 q에서의 속력을 0으로 두는 것이다. 정지한 곳은 p이고, 주어진 거리와 시간 조건은 $q \to r$, $r \to s$ 구간이므로 q에서의 속력 u를 미지수로 두어야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

등가속도 구간 문제가 나오면 각 구간의 시간을 먼저 문자로 두고, 구간 시작 속도가 계속 변한다는 점을 반영해 변위식을 세운다. 마지막 속력 조건은 전체 시간 동안 증가한 속도 $v = u + a\Delta t$로 연결한다.

암기 포인트

등가속도 운동에서 구간을 나누면 다음 구간의 초기속도는 이전 구간의 최종속도이다. 시간비가 주어지면 거리식 $s = ut + \frac{1}{2}at^2$을 구간별로 세운다.

NoteBase

문 21. 표는 등속 원운동을 하는 물체 A, B, C의 질량, 주기, 궤도 반지름을 나타낸 것이다. 물체에 작용하는 구심력의 크기는 A, B, C가 서로 같다. 이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

물체	질량	주기	궤도 반지름
A	m	$2T$	$4R$
B	m	T	㉠
C	㉡	$4T$	$8R$

<보기>

ㄱ. ㉠은 $2R$이다.

ㄴ. ㉡은 $2m$이다.

ㄷ. A, B의 속력은 같다.

① ㄱ

② ㄴ

③ ㄷ

④ ㄱ, ㄷ

⑤ ㄴ, ㄷ

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 등속 원운동에서 구심력 $F = m\frac{4\pi^2 r}{T^2}$와 속력 $v = \frac{2\pi r}{T}$를 이용해 빠진 질량, 주기, 궤도 반지름을 비교하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: A는 질량 m, 주기 $2T$, 궤도 반지름 $4R$이고, B는 질량 m, 주기 T, 궤도 반지름 ㄱ이며, C는 질량 ㄴ, 주기 $4T$, 궤도 반지름 $8R$이다.

구해야 할 값: ㄱ, ㄴ, A와 B의 속력 비교이다.

주의할 조건: A, B, C에 작용하는 구심력의 크기가 서로 같으므로 $m\frac{r}{T^2}$의 값이 같아야 한다.

NoteBase

사용할 공식

구심력 공식은 $F = m\frac{v^2}{r} = m\frac{4\pi^2 r}{T^2}$이다.
속력 공식은 $v = \frac{2\pi r}{T}$이다.
주기와 궤도 반지름이 주어졌고 구심력이 같다고 했으므로, 먼저 구심력 공식으로 ㄱ과 ㄴ을 구한 뒤 속력 공식으로 A와 B를 비교한다.

계산 과정

A의 구심력은 $F_A = m\frac{4\pi^2 \cdot 4R}{(2T)^2} = m\frac{4\pi^2 R}{T^2}$이다.
B의 구심력은 $F_B = m\frac{4\pi^2 \cdot r_B}{T^2}$이다. $F_A = F_B$이므로 $r_B = R$이다. 따라서 ㄱ은 R이다.
C의 질량을 M_C라 하면 $F_C = M_C\frac{4\pi^2 \cdot 8R}{(4T)^2} = M_C\frac{2\pi^2 R}{T^2}$이다. $F_A = F_C$이므로 $m\frac{4\pi^2 R}{T^2} = M_C\frac{2\pi^2 R}{T^2}$, 따라서 $M_C = 2m$이다. ㄴ은 $2m$이다.
A의 속력은 $v_A = \frac{2\pi \cdot 4R}{2T} = \frac{4\pi R}{T}$이고, B의 속력은 $v_B = \frac{2\pi \cdot R}{T} = \frac{2\pi R}{T}$이다. 따라서 A의 속력은 B의 2배이다.

NoteBase

선지 판단

ㄱ. X
ㄱ은 $2R$이 아니라 R이다. B는 A와 질량이 같고 주기는 A의 절반이므로, 같은 구심력을 가지려면 반지름도 A의 $\frac{1}{4}$인 R이 되어야 한다. 틀린 표현 $2R$ → 올바르게는 R이다.

ㄴ. O
ㄴ은 $2m$이다. C는 반지름이 $8R$, 주기가 $4T$이므로 $\frac{r}{T^2}$는 $\frac{8R}{16T^2} = \frac{R}{2T^2}$가 되고, A와 같은 구심력을 만들려면 질량이 $2m$이어야 한다.

ㄷ. X
A, B의 속력은 같지 않다. $v_A = \frac{4\pi R}{T}$, $v_B = \frac{2\pi R}{T}$이므로 A의 속력은 B의 2배이다. 틀린 표현 'A, B의 속력은 같다' → 올바르게는 'A의 속력은 B의 2배이다'이다.

① X
①은 ㄱ만 옳다고 보지만 ㄱ은 틀리다. 올바르게는 ㄱ이 아니라 ㄴ만 옳다.

② O
②는 ㄴ만 옳다고 보며, ㄴ은 $2m$으로 맞고 ㄱ과 ㄷ은 틀리므로 정답 선택지이다.

③ X
③은 ㄷ만 옳다고 보지만 ㄷ은 틀리다. 올바르게는 A와 B의 속력이 같은 것이 아니라 A가 B의 2배이다.

④ X
④는 ㄱ, ㄷ이 옳다고 보지만 ㄱ과 ㄷ 모두 틀리다. 올바르게는 ㄴ만 옳다.

⑤ X
⑤는 ㄴ, ㄷ이 옳다고 보지만 ㄷ은 틀리다. 올바르게는 ㄴ만 옳다.

오답 포인트

주기 T가 제곱으로 들어간다는 점이 핵심 함정이다. B의 주기가 A의 절반이면 T^2은 $\frac{1}{4}$이 되므로, 같은 구심력을 맞추기 위해 반지름도 A의 $\frac{1}{4}$이 되어야 한다. 또한 구심력 비교와 속력 비교는 공식이 다르므로, ㄷ처럼 구심력이 같다는 조건을 속력이 같다는 뜻으로 바꾸면 안 된다.

다시 나오면 이렇게 판단

구심력의 크기가 같다는 조건이 나오면 $F \propto m\frac{r}{T^2}$로 먼저 비교한다. 속력 비교는 별도로 $v \propto \frac{r}{T}$를 사용해 판단한다.

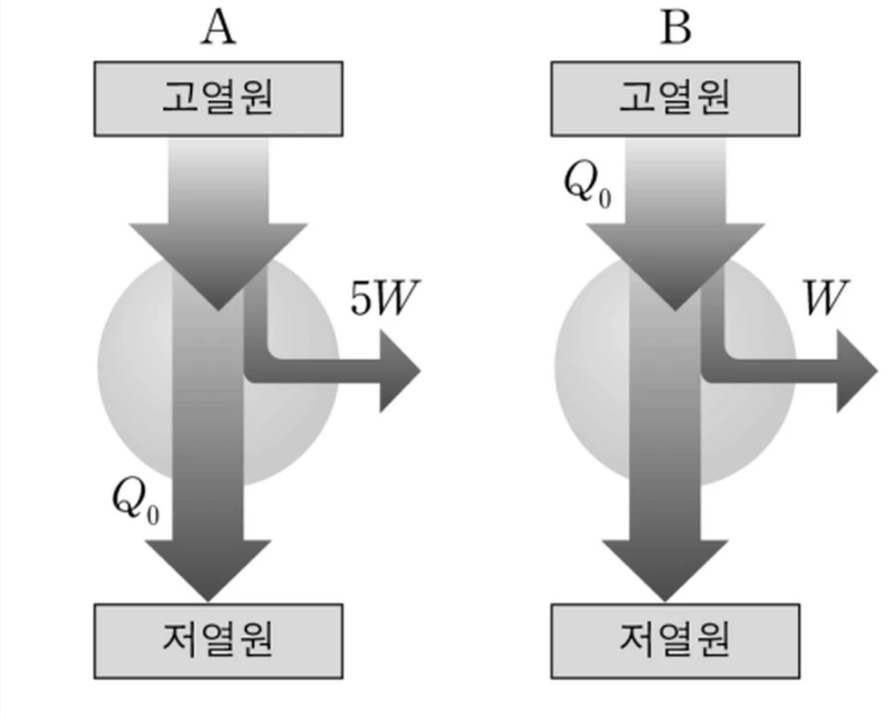
NoteBase

암기 포인트

등속 원운동에서 구심력은 mr/T^2, 속력은 r/T에 비례한다. 구심력은 주기를 제곱으로 보고, 속력은 주기를 한 번만 본다.

문 22. 그림은 두 개의 열기관 A와 B를 나타낸 것이다. 열기관 A는 한 번 순환하는 동안 고열원으로부터 열을 흡수하여 $5W$의 일을 하고 저열원으로 Q_0의 열을 방출한다. 열기관 B는 한 번 순환하는 동안 고열원으로부터 Q_0의 열을 흡수하여 W의 일을 하고 저열원으로 열을 방출한다. 열기관의 열효율은 A가 B의 3배이다.

A의 열효율은?



① $\frac{2}{15}$
② $\frac{1}{5}$
③ $\frac{4}{15}$
④ $\frac{1}{3}$
⑤ $\frac{2}{5}$

정답 5번

출제 포인트

이 문제는 열기관의 열효율 =한 일흡수한 열을 이용해 A의 열효율을 구하는 문제이다.

NoteBase

조건 정리

A: 고열원에서 흡수한 열은 $5W + Q_0$, 한 일은 $5W$, 저열원으로 방출한 열은 Q_0이다.
B: 고열원에서 흡수한 열은 Q_0, 한 일은 W이다.
조건: A의 열효율은 B의 열효율의 3배이다.
구해야 할 값: A의 열효율이다.

사용할 공식

열기관의 열효율은 $\eta = \frac{W_{\text{out}}}{Q_{\text{in}}}$이다.

이 공식을 쓰는 이유는 두 열기관 모두 고열원에서 열을 흡수하고, 그 일부를 일로 바꾸며, 나머지를 저열원으로 방출하는 열기관이기 때문이다.

계산 과정

A의 열효율은 $\eta_A = \frac{5W}{5W + Q_0}$이다.
B의 열효율은 $\eta_B = \frac{W}{Q_0}$이다.
A의 열효율이 B의 3배이므로
$\frac{5W}{5W + Q_0} = 3 \cdot \frac{W}{Q_0}$
이다. 양변에서 W를 약분하면
$\frac{5}{5 + Q_0/W} = \frac{3}{Q_0/W}$
이다. $x = Q_0/W$라고 두면
$\frac{5}{5 + x} = \frac{3}{x}$
$5x = 15 + 3x$
$2x = 15$
$x = \frac{15}{2}$
이다. 따라서
$\eta_A = \frac{5}{5 + 15/2} = \frac{5}{25/2} = \frac{2}{5}$
이다.

NoteBase

선지 판단

① X
- 2/15는 A의 열효율이 아니다. A의 열효율은 흡수한 열 $5W + Q_0$을 분모로 두어야 하므로 올바르게는 2/5이다.

② X
- 1/5는 계산 결과 2/5와 다르다. 효율 관계 $\eta_A = 3\eta_B$를 반영해 $Q_0/W = 15/2$를 먼저 구해야 하므로 올바르게는 2/5이다.

③ X
- 4/15는 A의 열효율이 아니다. $Q_0/W = 15/2$를 대입하면 $\eta_A = 5/(5 + 15/2) = 2/5$이므로 올바르게는 2/5이다.

④ X
- 1/3은 A와 B의 효율 비가 3배라는 조건을 A의 효율값 자체로 혼동한 값이다. 효율의 비율 조건은 방정식 $\frac{5W}{5W+Q_0} = 3 \cdot \frac{W}{Q_0}$로 써야 하므로 올바르게는 2/5이다.

⑤ O
- 계산 결과 A의 열효율은 2/5이므로 ⑤가 옳다.

오답 포인트

출제자가 노린 함정은 A가 한 일 $5W$만 보고 분모를 잘못 잡는 것이다. 열효율의 분모는 방출한 열이 아니라 고열원에서 흡수한 열이다. 따라서 A의 분모는 Q_0도 아니고 $5W$도 아니라 $5W + Q_0$이다.

다시 나오면 이렇게 판단

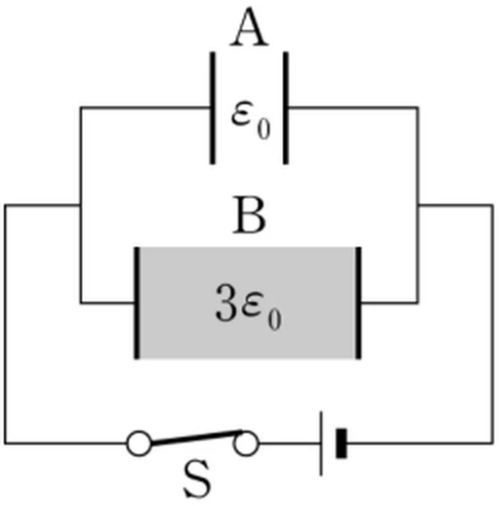
열기관 문제는 먼저 각 기관의 흡수열, 한 일, 방출열을 에너지 보존으로 정리한 뒤 $\eta = \frac{W_{\text{out}}}{Q_{\text{in}}}$에 대입한다. 효율의 배수 조건이 주어지면 두 효율식을 등식으로 세워 미지의 열량비를 먼저 구한다.

암기 포인트

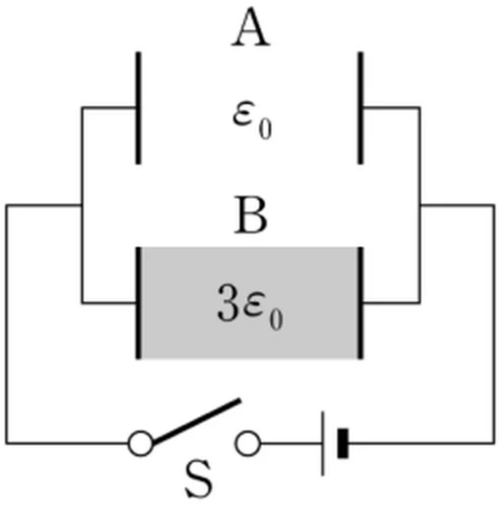
열기관 효율은 항상 일/흡수열이다. 방출열은 분모가 아니라 흡수열을 구하기 위한 보조값으로 판단한다.

NoteBase

문 23. 그림 (가)는 평행판 축전기 A, B, 스위치 S를 전압이 일정한 전원에 연결하여 완전히 충전시킨 것이다. 두 극판의 면적은 A와 B가 같고 두 극판 사이의 간격은 B가 A의 3배이다. B의 내부에는 유전율이 $3\varepsilon_0$인 유전체가 채워져 있다. 그림 (나)는 (가)에서 S를 연 후에 A의 극판 사이의 간격만을 3배로 넓히고, 충분한 시간이 지난 후의 회로를 나타낸 것이다. (가)에서 A에 저장된 전기 에너지가 E_0라면 (나)에서 A에 저장된 전기 에너지는? (단, ε_0는 진공의 유전율이다)



(가)



(나)

① $\frac{1}{9}E_0$
② $\frac{1}{3}E_0$
③ $\frac{3}{4}E_0$
④ E_0
⑤ $3E_0$

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 평행판 축전기의 전기용량 $C = \varepsilon A/d$, 병렬 연결의 전하 보존, 전기 에너지 $U = \frac{1}{2}CV^2$를 이용해 스위치를 연 뒤 A에 저장된 에너지를 구하는 문제이다.

NoteBase

조건 정리

처음 A와 B의 극판 면적은 같고, B의 극판 간격은 A의 3배이다.
A는 진공이므로 $C_A = \varepsilon_0 A/d$이다.
B는 유전율이 $3\varepsilon_0$, 간격이 $3d$이므로 $C_B = 3\varepsilon_0 A/(3d) = \varepsilon_0 A/d = C_A$이다.
처음 A에 저장된 에너지가 E_0이므로 $E_0 = \frac{1}{2}CV^2$로 둘 수 있다.
스위치를 연 뒤 전원은 분리되지만 A와 B는 서로 병렬 연결 상태로 남아 있으므로 두 축전기의 전체 전하는 보존된다.
A의 간격만 3배가 되므로 $C_A' = C/3$, B는 그대로 $C_B = C$이다.

사용할 공식

$C = \frac{\varepsilon A}{d}$
$Q_{\text{total}} = C_{\text{eq}} V$
$U = \frac{1}{2}CV^2$
이 공식을 쓰는 이유는 평행판 축전기의 전기용량이 유전율에 비례하고 극판 간격에 반비례하며, 스위치를 연 뒤에는 전원이 아니라 고립된 병렬 축전기 전체의 전하 보존으로 최종 전압이 정해지기 때문이다.

계산 과정

1. 처음 두 축전기의 전기용량은 $C_A = C$, $C_B = C$이다.
2. 처음 전압을 V라 하면 A의 에너지는 $E_0 = \frac{1}{2}CV^2$이다.
3. 처음 병렬 전체 전하는 $Q_{\text{total}} = (C + C)V = 2CV$이다.
4. 스위치를 연 뒤 A의 간격만 3배가 되어 $C_A' = C/3$, B는 $C_B = C$이므로 최종 등가 전기용량은 $C_{\text{eq}}' = C/3 + C = 4C/3$이다.
5. 전체 전하가 보존되므로 최종 공통 전압은 $V' = Q_{\text{total}}/C_{\text{eq}}' = 2CV/(4C/3) = 3V/2$이다.
6. 따라서 A에 저장된 최종 에너지는 $U_A' = \frac{1}{2} \cdot \frac{C}{3} \cdot \left(\frac{3V}{2}\right)^2 = \frac{3}{4} \cdot \frac{1}{2}CV^2 = \frac{3}{4}E_0$이다.

NoteBase

선지 판단

① X
- $\frac{1}{9}E_0$은 틀린 값이다. 틀린 표현 $\frac{1}{9}E_0$은 올바르게는 $\frac{3}{4}E_0$이다. A의 전기용량만 1/3이 되는 것이 아니라, 전하 보존 때문에 전체 병렬 전압이 $3V/2$로 바뀐다.

② X
- $\frac{1}{3}E_0$은 틀린 값이다. 틀린 표현 $\frac{1}{3}E_0$은 올바르게는 $\frac{3}{4}E_0$이다. 이는 전압이 처음과 같다고 보고 A의 전기용량 감소만 반영했을 때 나오는 값이다.

③ O
- 최종 전압은 $3V/2$, A의 최종 전기용량은 $C/3$이므로 $U_A' = \frac{1}{2}\cdot\frac{C}{3}\cdot(3V/2)^2 = \frac{3}{4}E_0$이다.

④ X
- E_0은 틀린 값이다. 틀린 표현 E_0은 올바르게는 $\frac{3}{4}E_0$이다. A의 간격 변화로 전기용량이 변하므로 A의 저장 에너지가 그대로 유지되지 않는다.

⑤ X
- $3E_0$은 틀린 값이다. 틀린 표현 $3E_0$은 올바르게는 $\frac{3}{4}E_0$이다. A의 간격이 3배가 되면 전기용량은 3배가 아니라 1/3배가 되며, 최종 전압 변화까지 함께 반영해야 한다.

오답 포인트

출제자가 노린 함정은 스위치를 연 뒤의 상태를 전압 일정으로 볼지, 전하 보존으로 볼지이다. 스위치가 열리면 전원과는 분리되지만 A와 B는 서로 병렬 연결되어 있으므로 A 하나의 전하가 아니라 두 축전기 전체의 전하 $2CV$가 보존된다. 그래서 최종 전압을 다시 계산해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

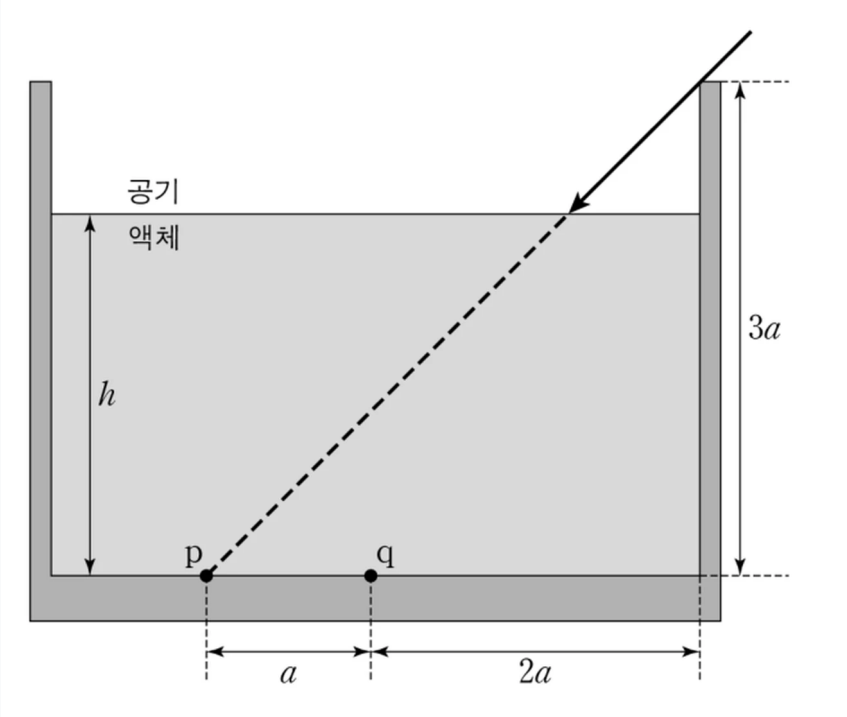
축전기 문제는 먼저 전원 연결 여부를 확인한다. 전원에 계속 연결되어 있으면 전압 일정, 전원에서 분리된 고립계이면 보존되는 전하를 기준으로 판단한다. 병렬 축전기들이 서로 연결되어 있으면 최종 전압은 전체 전하를 최종 등가 전기용량으로 나누어 구한다.

암기 포인트

평행판 축전기는 $C \propto \varepsilon/d$이다. 전원 분리 후 연결된 축전기 묶음은 전체 전하 보존, 병렬 연결은 최종 공통 전압으로 계산한다.

NoteBase

문 24. 그림과 같이 굴절률이 $\sqrt{2}$인 액체가 높이 h만큼 채워진 용기에 단색광이 점 p를 향해 입사하고 있다. 단색광이 점 q에 도달하기 위한 h는? (단, 공기의 굴절률은 1이다)



① $\frac{4+\sqrt{2}}{2}a$
② $(1+\sqrt{2})a$
③ $\frac{3+\sqrt{3}}{2}a$
④ $\frac{3+\sqrt{2}}{2}a$
⑤ $\frac{3+2\sqrt{3}}{3}a$

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 스넬의 법칙과 그림의 직각삼각형 기하를 이용해 액체 높이 h를 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 액체의 굴절률은 $\sqrt{2}$, 공기의 굴절률은 1이다. 점 p에서 점 q까지의 수평거리는 a, 점 q에서 오른쪽 벽까지의 수평거리는 $2a$이다.
구해야 할 값: 빛이 굴절 후 점 q에 도달하도록 하는 액체 높이 h이다.
주의할 조건: 입사광은 점 p를 향해 들어오므로, 공기 중 입사선의 연장선은 점 p를 지난다. 그림에서 오른쪽 벽의 높이가 $3a$, 점 p에서 오른쪽 벽까지의 수평거리도 $3a$이므로 입사각은 법선 기준 45 °이다.

NoteBase

사용할 공식

스넬의 법칙은 다음과 같다.

$n_1 \sin i = n_2 \sin r$

이 공식을 쓰는 이유: 빛이 공기에서 굴절률 $\sqrt{2}$인 액체로 들어가므로 경계면에서 입사각 i와 굴절각 r의 관계를 스넬의 법칙으로 정해야 한다.

계산 과정

1. 입사선은 점 p를 향하고, 그림의 오른쪽 벽 꼭대기와 점 p를 잇는 기울기가 1이므로 수평면과 45°, 법선과도 45°를 이룬다. 따라서 $i = 45^\circ$이다.

2. 스넬의 법칙을 적용하면

$1 \cdot \sin 45^\circ = \sqrt{2} \sin r$

$\frac{\sqrt{2}}{2} = \sqrt{2} \sin r$

$\sin r = \frac{1}{2}$

따라서 $r = 30^\circ$이다.

3. 액체 속 굴절광은 법선과 30°, 수평면과 60°를 이룬다. 액체 표면의 굴절점은 입사선의 연장선 위에 있으므로 점 p에서 수평거리와 높이가 모두 h인 위치이다.

4. 굴절점에서 바닥까지의 높이는 h이고, 굴절광이 법선과 30°를 이루므로 바닥까지 이동하는 수평거리는

$h \tan 30^\circ = \frac{h}{\sqrt{3}}$

이다.

5. 굴절점의 수평 위치는 점 p에서 h만큼 오른쪽이고, 바닥 도달점은 그보다 $h/\sqrt{3}$만큼 왼쪽이다. 이 점이 q가 되어야 하므로

$h - \frac{h}{\sqrt{3}} = a$

$h\left(1 - \frac{1}{\sqrt{3}}\right) = a$

$h = \frac{a}{1 - 1/\sqrt{3}} = \frac{3 + \sqrt{3}}{2} a$

이다.

NoteBase

선지 판단

① X
- 계산 결과는 $\frac{3+\sqrt{3}}{2}a$이므로 $\frac{4+\sqrt{2}}{2}a$가 아니다. 틀린 표현 $\frac{4+\sqrt{2}}{2}a$ → 올바르게는 $\frac{3+\sqrt{3}}{2}a$이다.

② X
- 계산 결과는 $\frac{3+\sqrt{3}}{2}a$이므로 $(1+\sqrt{2})a$가 아니다. 틀린 표현 $(1+\sqrt{2})a$ → 올바르게는 $\frac{3+\sqrt{3}}{2}a$이다.

③ O
- 스넬의 법칙에서 굴절각이 30 °이고, 기하 관계가 $h-h/\sqrt{3}=a$이므로 $h=\frac{3+\sqrt{3}}{2}a$가 된다.

④ X
- 계산 결과는 $\frac{3+\sqrt{3}}{2}a$이므로 $\frac{3+\sqrt{2}}{2}a$가 아니다. 틀린 표현 $\frac{3+\sqrt{2}}{2}a$ → 올바르게는 $\frac{3+\sqrt{3}}{2}a$이다.

⑤ X
- 계산 결과는 $\frac{3+\sqrt{3}}{2}a$이므로 $\frac{3+2\sqrt{3}}{3}a$가 아니다. 틀린 표현 $\frac{3+2\sqrt{3}}{3}a$ → 올바르게는 $\frac{3+\sqrt{3}}{2}a$이다.

계산 결과 $\frac{3+\sqrt{3}}{2}a$이므로 정답은 3번이다.

오답 포인트

출제자가 노린 함정은 입사각과 굴절각을 수평면 기준으로 혼동하는 것이다. 스넬의 법칙의 각도는 항상 경계면의 법선 기준이다. 또 굴절점이 점 P 바로 위가 아니라 입사선의 연장선 위에 있으므로, 굴절점의 수평 위치를 h로 잡아야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

굴절 문제는 먼저 법선 기준 입사각을 찾고, 스넬의 법칙으로 굴절각을 구한 뒤, 마지막에 그림의 수평거리와 높이를 직각삼각형으로 연결해 판단한다.

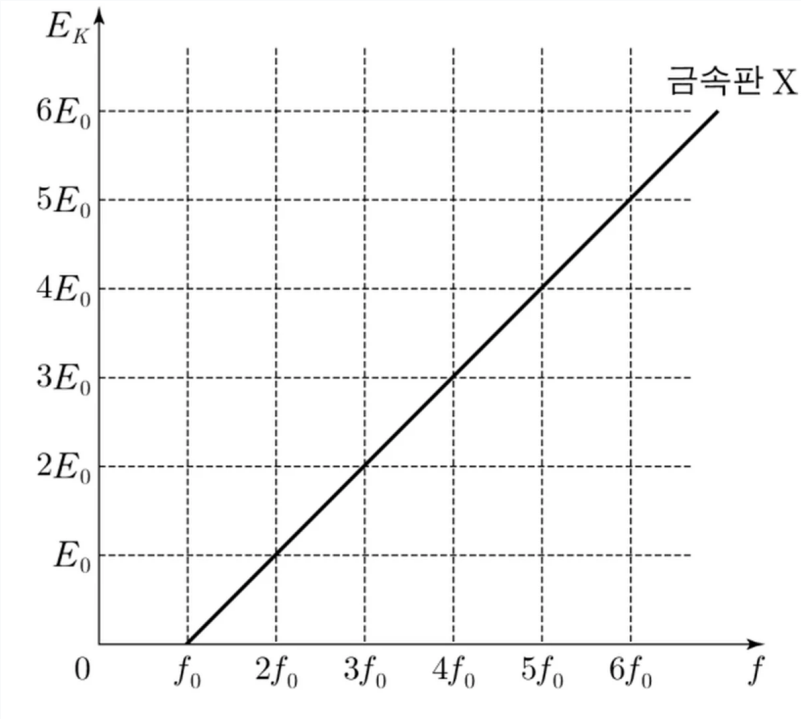
암기 포인트

스넬의 법칙은 법선 기준 각도이고, n이 큰 매질로 들어가면 빛은 법선 쪽으로 꺾인다.

NoteBase

문 25. 그림은 금속판 X에 단색광을 비추었을 때, X에서 방출되는 광전자의 최대 운동에너지 E_K를 단색광의 진동수 f에 따라 나타낸 것이다. 진동수가 $2f_0$일 때 X에서 방출되는 광전자의 물질파 파장의 최솟값은 λ_0이다.

금속판의 문턱 진동수가 X의 2배인 금속판 Y에 진동수가 $5f_0$인 단색광을 비출 때 방출되는 광전자의 물질파 파장의 최솟값은?



① λ_0
② $\frac{\sqrt{3}}{3}\lambda_0$
③ $\frac{1}{3}\lambda_0$
④ $\frac{\sqrt{2}}{2}\lambda_0$
⑤ $\frac{1}{2}\lambda_0$

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 광전효과 식과 물질파 파장 식을 이용해 금속판이 바뀌었을 때 방출 광전자의 최소 물질파 파장을 구하는 문제이다.

NoteBase

조건 정리

그래프에서 금속판 X는 진동수가 f_0일 때 광전자가 막 방출되므로 한계 진동수는 f_0이다.
X에 진동수 $2f_0$인 빛을 비출 때 최대 운동에너지는 E_0이고, 이때 물질파 파장의 최솟값은 λ_0이다.
금속판 Y의 문턱 진동수는 X의 2배이므로 $2f_0$이다.
Y에 비추는 빛의 진동수는 $5f_0$이다.

사용할 공식

광전효과에서 최대 운동에너지는 $E_K = hf - W = hf - hf_c = h(f - f_c)$이다.
물질파 파장은 $\lambda = \frac{h}{p}$, 운동에너지는 $E_K = \frac{p^2}{2m}$이므로 $\lambda \propto \frac{1}{\sqrt{E_K}}$이다.
이 공식을 쓰는 이유는 문제에서 광전자의 최대 운동에너지를 진동수로 구한 뒤, 같은 전자의 운동에너지 변화에 따른 물질파 파장의 최솟값을 비교해야 하기 때문이다.

계산 과정

1. X의 한계 진동수는 f_0이므로 X에서 $2f_0$의 빛을 비출 때 $E_0 = h(2f_0 - f_0) = hf_0$이다.
2. Y의 한계 진동수는 $2f_0$이므로 Y에서 $5f_0$의 빛을 비출 때 최대 운동에너지는
$E_Y = h(5f_0 - 2f_0) = 3hf_0 = 3E_0$이다.
3. 물질파 파장은 운동에너지의 제곱근에 반비례하므로 $\lambda_Y = \lambda_0\sqrt{\frac{E_0}{3E_0}} = \frac{\lambda_0}{\sqrt{3}} = \frac{\sqrt{3}}{3}\lambda_0$이다.

NoteBase

선지 판단

① X

λ_0는 X에서 $2f_0$의 빛을 비출 때, 즉 운동에너지가 E_0일 때의 파장이다. Y에서는 운동에너지가 $3E_0$이므로 틀린 표현이다. 올바르게는 $\frac{\sqrt{3}}{3}\lambda_0$이다.

② O

Y에서 방출되는 광전자의 최대 운동에너지는 $3E_0$이고, 물질파 파장은 $1/\sqrt{E_K}$에 비례하므로 $\lambda_0/\sqrt{3} = \frac{\sqrt{3}}{3}\lambda_0$가 된다.

③ X

$\frac{1}{3}\lambda_0$는 파장이 운동에너지에 단순히 반비례한다고 잘못 본 값이다. 물질파 파장은 운동에너지의 제곱근에 반비례하므로 올바르게는 $\frac{\sqrt{3}}{3}\lambda_0$이다.

④ X

$\frac{\sqrt{2}}{2}\lambda_0$는 운동에너지가 $2E_0$일 때의 파장에 해당한다. Y의 문턱 진동수는 $2f_0$이고 입사광은 $5f_0$이므로 운동에너지는 $3E_0$이다. 올바르게는 $\frac{\sqrt{3}}{3}\lambda_0$이다.

⑤ X

$\frac{1}{2}\lambda_0$는 운동에너지가 $4E_0$일 때의 파장에 해당한다. Y에서는 $5f_0 - 2f_0 = 3f_0$만 운동에너지로 바뀌므로 운동에너지는 $3E_0$이다. 올바르게는 $\frac{\sqrt{3}}{3}\lambda_0$이다.

오답 포인트

출제자가 노린 함정은 문턱 진동수를 빼고 남은 에너지를 먼저 구해야 한다는 점이다. Y의 입사광 진동수 $5f_0$를 그대로 비교하거나, 물질파 파장이 운동에너지에 반비례한다고 보면 ③, ④, ⑤ 같은 오답이 나온다.

다시 나오면 이렇게 판단

광전효과와 물질파가 함께 나오면 먼저 $E_K = h(f - f_c)$로 운동에너지를 구하고, 그다음 $\lambda \propto 1/\sqrt{E_K}$로 파장 비를 판단한다.

암기 포인트

광전효과는 $f - f_c$가 운동에너지를 정하고, 물질파는 $\lambda \propto 1/\sqrt{E_K}$로 변한다.

NoteBase