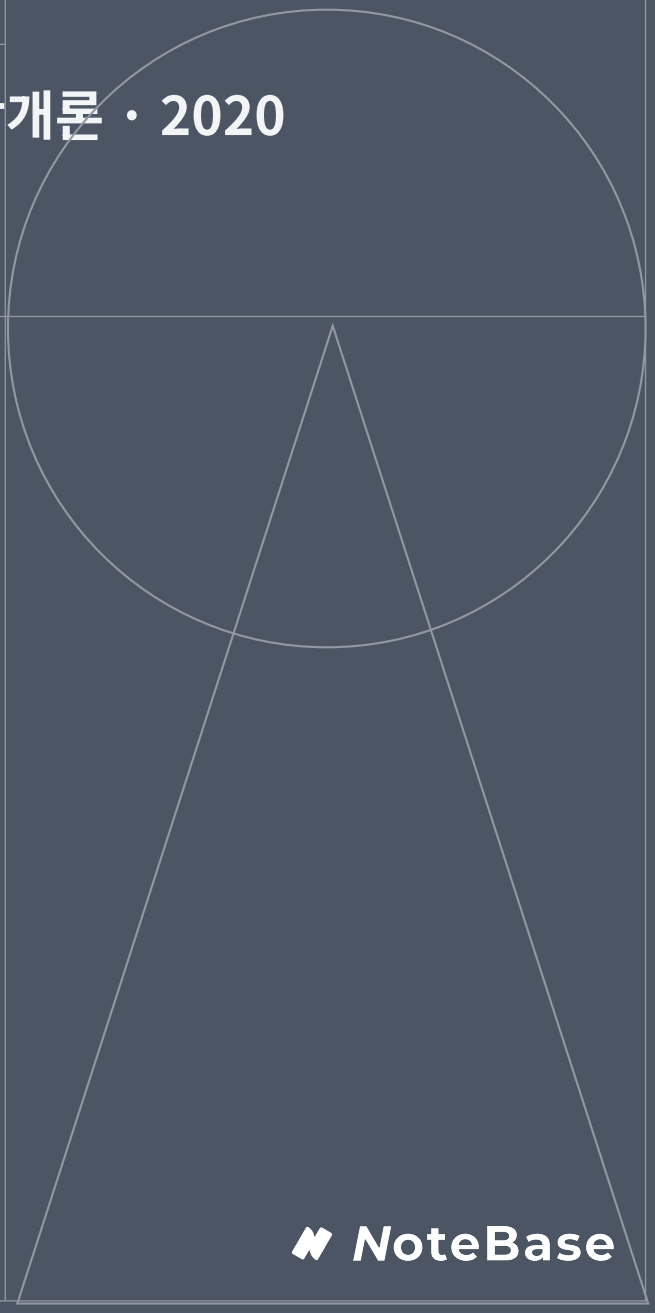
기출OX 해설집

공무원/기상직/9급 · 기상학개론 · 2020



NoteBase

기출OX 해설집

공무원/기상직/9급 · 기상학개론 · 2020

공무원/기상직/9급 · 기상학개론 · 2020

문 1. 지구 대기 성층권에서 가장 많은 기체는 무엇인가?

① N_2
② O_2
③ O_3
④ CO_2

정답 1번

출제 포인트

성층권에서 오존의 농도가 상대적으로 높다는 사실과, 성층권 전체에서 가장 많은 기체가 무엇인지를 구별하는 문제이다.

핵심 개념

성층권은 대류권 위에 있는 대기층이며, 주요 기체의 조성은 질소가 가장 많고 산소가 그다음이다. 오존은 성층권에 상대적으로 많이 분포하여 오존층을 이루지만, 전체 기체 중 가장 많은 성분은 아니다.

선지별 해설

① O — N_2는 성층권을 포함한 지구 대기에서 가장 큰 비중을 차지하므로 옳다.
② X — O_2를 가장 많은 기체로 보는 것이 틀리다. O_2는 두 번째로 많고, 가장 많은 기체는 N_2이다.
③ X — O_3를 가장 많은 기체로 보는 것이 틀리다. O_3는 성층권에서 농도가 상대적으로 높아 오존층을 이루지만 양 자체는 미량이며, 가장 많은 기체는 N_2이다.
④ X — CO_2를 가장 많은 기체로 보는 것이 틀리다. CO_2는 대기 중 미량 기체이고, 가장 많은 기체는 N_2이다.

오답 포인트

성층권을 대표하는 기체가 오존이라는 이미지 때문에 ③을 고르기 쉽다. 그러나 '성층권에서 특징적인 기체'와 '성층권에서 양이 가장 많은 기체'는 서로 다른 판단이다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

문제가 '가장 많은 기체'를 물으면 대기의 기본 조성을 기준으로 질소를 고른다. '성층권에서 농도가 높아지는 기체'나 '오존층을 이루는 기체'를 물을 때에만 오존을 고른다.

암기 포인트

대기 최다 성분은 질소, 성층권의 특징적 미량 기체는 오존이다.

NoteBase

문 2. 다음 중 엘니뇨 시기에 나타나는 현상으로 옳은 것을 모두 고르면?

ㄱ. 열대 태평양의 동풍이 강해지면서 페루 연안의 용승류가 강해진다.
ㄴ. 동태평양 해수면온도가 평년보다 높아지는 경향이 있다.
ㄷ. 인도네시아, 필리핀, 호주 북부 등에서 산불 발생 빈도가 증가하고 연무와 대기오염이 심해지는 경향이 있다.
ㄹ. 타히티 동쪽 남태평양 해역과 호주 다윈 서쪽의 인도양 해역 사이의 해면기압 차이가 증가하며 남방진동지수가 커진다.

① ㄱ, ㄴ
② ㄴ, ㄷ
③ ㄷ, ㄹ
④ ㄴ, ㄷ, ㄹ

정답 2번

출제 포인트

엘니뇨가 발생할 때 열대 태평양의 무역풍·용승·해수면온도·기압 배치가 어떻게 달라지고, 그 변화가 주변 지역의 가뭄과 산불에 어떤 영향을 주는지를 묻는 문제이다.

핵심 개념

엘니뇨는 열대 중·동태평양의 해수면온도가 평년보다 높아지는 현상이다. 이때 동풍 계열의 무역풍이 약해지고 페루 연안의 찬물 용승도 약해진다. 서태평양의 인도네시아·필리핀·호주 북부에서는 대류와 강수가 줄어 가뭄, 산불, 연무와 대기오염이 심해질 수 있다. 또한 타히티와 다윈의 해면기압 차이로 나타내는 남방진동지수는 낮아져 대체로 음의 값을 보인다.

NoteBase

선지별 해설

① X — ㄱ은 틀리고 ㄴ은 옳으므로 'ㄱ, ㄴ'은 옳은 문장의 조합이 아니다. ㄱ의 틀린 표현은 '동풍이 강해지면서 … 용승류가 강해진다'이다. 실제로 엘니뇨 때에는 무역풍과 페루 연안의 용승이 모두 약해진다. 따라서 옳은 조합은 'ㄴ, ㄷ'이다.
② O — ㄴ처럼 동태평양의 해수면온도는 평년보다 높아지는 경향이 있다. 또한 ㄷ처럼 서태평양 쪽에서는 강수 감소와 건조로 산불이 늘고 연무와 대기오염이 심해질 수 있다. 따라서 'ㄴ, ㄷ'은 모두 옳다.
③ X — ㄷ은 옳지만 ㄹ은 틀리므로 'ㄷ, ㄹ'은 옳은 문장의 조합이 아니다. ㄹ의 틀린 표현은 '해면기압 차이가 증가하며 남방진동지수가 커진다'이다. 실제로 엘니뇨 때에는 타히티 쪽 기압이 낮아지고 다윈 쪽 기압이 높아져 남방진동지수가 낮아지며 대체로 음의 값을 보인다. 따라서 ㄹ을 제외한 'ㄴ, ㄷ'이 옳다.
④ X — ㄴ과 ㄷ은 옳지만 ㄹ이 틀리므로 'ㄴ, ㄷ, ㄹ'은 옳은 문장의 조합이 아니다. ㄹ은 '해면기압 차이가 감소하여 남방진동지수가 작아진다'로 고쳐야 한다. 따라서 옳은 조합은 'ㄴ, ㄷ'이다.

오답 포인트

엘니뇨를 해수면온도 상승만으로 기억하면 ㄱ과 ㄹ에서 방향을 뒤집기 쉽다. 특히 ㄱ의 '강해진다'와 ㄹ의 '증가하며 커진다'가 함정이다. 엘니뇨 때 무역풍·페루 연안 용승·남방진동지수는 모두 약해지거나 낮아지는 방향으로 변한다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 '무역풍 약화 → 따뜻한 표층수가 동쪽으로 이동 → 동태평양 수온 상승·페루 용승 약화'의 순서로 판단한다. 이어 서태평양은 건조해져 산불 위험이 커지고, 남방진동지수는 낮아진다는 점을 연결한다.

암기 포인트

엘니뇨는 동태평양은 따뜻하게, 서태평양은 건조하게 만들며, 무역풍·용승·남방진동지수는 약하게 만든다.

NoteBase

문 3. 대기 중 에어로졸에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 연소과정이나 화재로 발생한 블랙카본(black carbon)은 주로 태양빛을 산란 또는 반사시켜 지표면에 도달하는 복사에너지를 감소시킨다.

② 에어로졸 중 가시광선의 파장영역과 가장 유사한 크기분포(반경 0.1~1mm)를 가지는 대핵은 대기의 시정이나 지표면에 도달하는 일사량 등에 영향을 미친다.

③ 잘 침적되지 않는 특성 때문에 대기 중 체류시간이 길어서 구름의 응결핵 역할을 할 수 있는 에어로졸의 크기 범위는 주로 반경 0.1~1mm이다.

④ 다량의 에어로졸이 구름내로 유입될 경우, 액체수함량(liquid water content)이 일정한 조건에서 구름방울의 크기는 작아지고 수농도(number concentration)는 증가한다.

정답 1번

출제 포인트

에어로졸의 크기별 광학·구름응결핵 특성과 블랙카본의 복사 작용, 구름의 액체수함량과 입자 수농도 사이의 관계를 구분하는 문제이다.

핵심 개념

블랙카본: 불완전연소에서 생기는 강한 빛 흡수성 에어로졸이다. 태양복사를 주로 흡수하여 대기를 가열하고 지표에 도달하는 태양복사를 줄인다.
에어로졸의 크기 효과: 가시광선의 파장과 비슷한 크기의 입자는 가시광선의 산란·소광에 크게 기여하며, 잘 침적되지 않고 오래 체류하는 입자 중 일부는 구름응결핵으로 작용한다.
구름 미세물리: 액체수함량이 일정할 때 구름방울의 수가 늘어나면 물이 더 많은 방울에 나뉘므로 각 방울의 크기는 작아진다.

NoteBase

선지별 해설

① X — 틀린 표현은 블랙카본이 태양빛을 '주로 산란 또는 반사'한다는 부분이다. 블랙카본은 태양복사를 주로 흡수하는 에어로졸이며, 그 결과 대기를 가열하면서 지표에 도달하는 태양복사를 감소시킨다. 따라서 '주로 태양빛을 흡수하여 지표면에 도달하는 복사에너지를 감소시킨다'로 고쳐야 한다.
② O — 반경이 약 0.1 ~ 1μm인 대핵은 가시광선의 파장 범위와 크기가 비슷하여 가시광선의 산란·소광에 효과적으로 관여한다. 따라서 대기의 시정과 지표면에 도달하는 일사량에 영향을 준다.
③ O — 반경이 약 0.1 ~ 1μm인 입자는 매우 작은 입자보다 중력침강이 빠르지 않아 대기 중에 비교적 오래 머물 수 있고, 흡습성 성분을 가진 경우 구름응결핵으로 작용할 수 있다.
④ O — 액체수함량이 일정한 구름에 다량의 에어로졸이 유입되어 활성화되는 구름응결핵이 늘면 같은 양의 물이 더 많은 구름방울에 분배된다. 따라서 평균 구름방울 크기는 작아지고 수농도는 증가한다.

오답 포인트

①은 지표에 도달하는 복사에너지가 감소한다는 결과만 보면 맞아 보이지만, 그 원인을 '산란 또는 반사'로 제시한 것이 함정이다. 블랙카본의 대표적인 광학 특성은 강한 흡수이며, 산란·반사가 주된 작용인 밝은색 에어로졸과 구분해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

에어로졸 문항에서는 먼저 성분의 광학 특성, 입자 크기, 흡습성, 구름의 물질수지를 차례로 확인한다. 블랙카본은 흡수, 가시광선과 비슷한 크기의 입자는 산란·소광, 흡습성 입자는 구름응결핵, 액체수함량이 일정한 상태에서 방울 수가 증가하면 방울 크기는 감소하는 관계로 판단한다.

암기 포인트

블랙카본은 흡수, 가시광선 크기 입자는 산란·소광, 일정한 물에 방울 수가 늘면 방울 크기는 작아진다.

NoteBase

문 4. 다음 중 청천난류(clear air turbulence)가 발생할 수 있는 지역을 모두 고른 것은?

ㄱ. 산악파가 있는 지역
ㄴ. 제트기류(jet stream)의 근처
ㄷ. 강한 윈드시어(wind shear)가 있는 지역

① ㄱ ② ㄴ
③ ㄴ, ㄷ ④ ㄱ, ㄴ, ㄷ

정답 4번

출제 포인트

청천난류가 구름이나 뇌우가 없는 맑은 공기에서도 발생할 수 있는 대표적인 지역을 판별하는 문제이다.

핵심 개념

청천난류는 주로 높은 고도에서 강한 바람의 속도나 방향이 짧은 거리 안에 급변할 때 생기는 난류이다. 제트기류 주변의 강한 윈드시어가 대표적인 원인이며, 산악 지형이 만드는 산악파가 상공에서 깨질 때도 청천난류가 발생할 수 있다. 따라서 ㄱ, ㄴ, ㄷ이 모두 해당한다.

선지별 해설

① X
ㄱ의 산악파가 있는 지역은 청천난류가 발생할 수 있지만, ㄱ만 고른 점이 틀렸다. 실제로는 제트기류 근처인 ㄴ과 강한 윈드시어가 있는 지역인 ㄷ도 포함하여 ㄱ, ㄴ, ㄷ을 모두 골라야 한다.

② X
ㄴ의 제트기류 근처는 바람의 속도와 방향이 급격히 달라지는 영역이 형성되므로 청천난류가 발생할 수 있지만, ㄴ만 고른 점이 틀렸다. 올바른 조합은 ㄱ, ㄴ, ㄷ이다.

③ X
ㄴ과 ㄷ은 모두 청천난류의 대표적인 발생 조건이지만, 산악파가 있는 지역인 ㄱ을 제외한 점이 틀렸다. 올바른 조합은 ㄱ, ㄴ, ㄷ이다.

④ O
산악파가 있는 지역, 제트기류 근처, 강한 윈드시어가 있는 지역은 모두 청천난류가 발생할 수 있는 곳이므로 ㄱ, ㄴ, ㄷ을 모두 고른 조합이 옳다.

NoteBase

오답 포인트

청천난류라는 명칭 때문에 산악 지역을 제외하고 제트기류나 윈드시어만 떠올리기 쉽다. 그러나 청천난류의 '청천'은 구름이 없는 상태를 뜻하며, 발생 원인을 제트기류로 한정하지 않는다. 산악파가 상공에서 불안정해지거나 깨질 때에도 청천난류가 생길 수 있다.

다시 나오면 이렇게 판단

청천난류의 발생 지역을 묻는 경우에는 바람의 급격한 변화와 산악파를 기준으로 판단한다. 제트기류 주변, 강한 윈드시어 영역, 산악파가 형성되는 상공은 모두 발생 가능 지역으로 분류한다.

암기 포인트

청천난류의 핵심 발생 조건은 제트기류, 강한 윈드시어, 산악파이다.

NoteBase

문 5. 자연좌표계 상에서 대기가 움직이는 방향의 왼쪽 수직(n 방향) 성분 운동방정식이 아래와 같을 때, 관성풍에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

$$\frac{V^2}{R}+fV=-\frac{1}{\rho}\frac{\partial p}{\partial n}$$

(V는 속도, R은 곡률반지름, f는 코리올리 매개변수, ρ는 밀도, p는 압력)

① 관성풍 관성원의 주기는 위도의 함수이다.

② 관성풍 곡률반지름 R은 $-\frac{V}{f}$와 같다.

③ 관성풍은 중위도 대기에서 쉽게 발생할 수 있다.

④ 관성풍은 코리올리힘과 원심력 사이에서 균형을 유지한다.

정답 3번

출제 포인트

관성풍에서 원심력과 코리올리힘의 균형으로 곡률반지름과 주기를 구하고, 관성풍이 성립하는 조건을 판단하는 문제이다.

조건 정리

관성풍은 수평 기압경도력이 없는 상태에서 공기덩이가 원운동을 하는 이상적인 흐름이다. 따라서 제시된 운동방정식에서 기압경도력 항을 0으로 두고, 원심력과 코리올리힘의 크기를 비교한다.

NoteBase

사용할 공식

제시식에서 기압경도력 항을 0으로 두면
$\frac{V^2}{R} + fV = 0$
이므로, 부호 있는 곡률반지름은
$R = -\frac{V}{f}$
이다. 여기서 R의 부호는 공기덩이 진행 방향의 왼쪽을 양의 n 방향으로 정한 좌표계에 따른다. 반지름의 크기는
$|R| = \frac{V}{|f|}$
이고, 한 바퀴 도는 주기 T는
$T = \frac{2\pi|R|}{V} = \frac{2\pi}{|f|}$
이다. 코리올리 매개변수는 $f = 2\Omega\sin\phi$이므로 관성원의 반지름 크기와 주기는 위도 ϕ에 따라 달라진다.
북반구에서는 $f > 0$이므로 부호 있는 곡률반지름은 $R = -V/f < 0$이며, 이는 곡률 중심이 진행 방향의 오른쪽에 있음을 뜻한다.

계산 과정

1. 관성풍에서는 기압경도력 항을 0으로 둔다.
2. 제시식을 정리하면 $V^2/R + fV = 0$이 된다.
3. $V \neq 0$이므로 부호 있는 곡률반지름은 $R = -V/f$이고, 반지름의 크기는 $|R| = V/|f|$이다.
4. 원둘레를 속도로 나누면 $T = 2\pi|R|/V = 2\pi/|f|$가 된다.

선지 판단

① O — 관성원의 주기는 $T = 2\pi/|f|$이고 $f = 2\Omega\sin\phi$이므로 위도의 함수이다.

② O — 제시식에서 기압경도력 항을 0으로 두면 $V^2/R + fV = 0$이므로 부호 있는 곡률반지름은 $R = -V/f$이다. 반지름의 크기는 $|R| = V/|f|$로 나타낸다.

③ X — '중위도 대기에서 쉽게 발생할 수 있다'는 표현이 틀렸다. 관성풍은 기압경도력이 0이고 원심력과 코리올리힘만 균형을 이루어야 하지만, 실제 중위도 대기에서는 대체로 기압경도력 등 다른 힘이 함께 작용하므로 쉽게 발생하지 않는다. 올바르게는 '관성풍은 다른 수평력이 무시되는 특수한 조건에서 나타나는 이상적인 흐름이다'라고 해야 한다.

④ O — 관성풍에서는 기압경도력이 없으므로 원심력과 코리올리힘이 서로 균형을 유지한다.

오답 포인트

③은 중위도에서 코리올리힘이 작용한다는 사실만 보고 관성풍도 흔하다고 판단하게 만드는 선지이다. 코리올리힘의 존재만으로는 부족하며, 기압경도력 등 다른 수평력이 사실상 없어야 한다는 성립 조건까지 확인해야 한다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

관성풍 문제에서는 먼저 기압경도력 항을 0으로 두고 제시식의 부호에 따라 $R = -V/f$를 구한다. 이어서 반지름의 크기 $|R| = V/|f|$, 주기 $T = 2\pi/|f|$, $f = 2\Omega\sin\phi$를 연결한 뒤, 실제 대기에서 다른 힘이 무시될 수 있는지도 판단한다.

암기 포인트

관성풍은 '기압경도력 0, 원심력과 코리올리힘의 균형'이며, 부호 있는 곡률반지름은 $R = -V/f$, 반지름의 크기는 $|R| = V/|f|$, 주기는 $T = 2\pi/|f|$이다.

NoteBase

문 6. 다음 밑줄 친 ㉠과 ㉡에 들어갈 용어를 옳게 짝지은 것은?

> 물은 대체로 0°C 이하에서 얼기 시작하지만, 공기 중의 작은 물방울은 0°C 이하에서도 얼지 않는 경우가 있다. 대기 중의 구름은 -40°C까지도 물방울 상태를 유지할 수 있는데 이를 (㉠)이라고 한다. (㉠)이 -40°C보다 높은 온도에서 얼기 위해서는 (㉡)이라고 하는 물질이 필요하다.

	㉠	㉡
①	과포화물방울	응결핵
②	과냉각물방울	응결핵
③	과포화물방울	빙정핵
④	과냉각물방울	빙정핵

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 과냉각물방울의 뜻과 빙정핵의 역할을 구별하는 문제이다.

핵심 개념

과냉각물방울: 0 ° C 이하에서도 얼지 않고 액체 상태로 존재하는 물방울이다.
빙정핵: 과냉각물방울이 얼음 결정으로 변하도록 돕는 입자이다. 빙정핵이 있으면 물방울은 균질 동결 온도인 약 −40 ° C보다 높은 온도에서도 얼 수 있다.
응결핵: 수증기가 응결하여 물방울을 만드는 데 필요한 입자이므로, 이미 형성된 과냉각물방울의 동결을 돕는 빙정핵과 역할이 다르다.

NoteBase

선지별 해설

① X — '과포화물방울'과 '응결핵'이 모두 틀린 표현이다. 0 ° C 이하에서 액체로 남아 있는 물방울은 과냉각물방울이며, 이를 −40 ° C보다 높은 온도에서 얼게 하는 물질은 빙정핵이다. 올바른 조합은 '과냉각물방울－빙정핵'이다.
② X — '응결핵'이 틀린 표현이다. 과냉각물방울이라는 첫째 용어는 맞지만, 과냉각물방울의 동결을 촉진하는 것은 응결핵이 아니라 빙정핵이다. 올바른 조합은 '과냉각물방울－빙정핵'이다.
③ X — '과포화물방울'이 틀린 표현이다. 빙정핵이라는 둘째 용어는 맞지만, 0 ° C 이하에서도 액체 상태인 물방울은 과냉각물방울이다. 올바른 조합은 '과냉각물방울－빙정핵'이다.
④ O — 과냉각물방울은 0 ° C 이하에서도 액체 상태를 유지할 수 있으며, 빙정핵이 있으면 약 −40 ° C보다 높은 온도에서도 얼 수 있다. 두 빈칸에 모두 알맞다.

오답 포인트

'과냉각'과 '과포화'를 혼동하거나, 응결핵과 빙정핵의 역할을 바꾸어 생각하기 쉽다. 이 문항에서 액체 물방울이 영하에서 얼지 않은 상태는 과냉각이고, 그 물방울을 얼게 하는 핵은 빙정핵이다.

다시 나오면 이렇게 판단

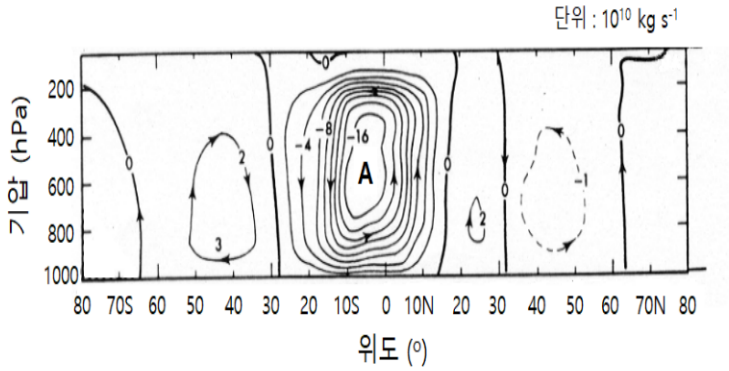
영하에서도 액체로 존재한다는 표현은 과냉각물방울로 판단한다. 이어서 수증기가 물방울로 되는 과정이면 응결핵, 과냉각물방울이 얼음으로 되는 과정이면 빙정핵으로 구별한다.

암기 포인트

영하의 액체는 과냉각물방울, 과냉각물방울의 동결은 빙정핵이다.

NoteBase

문 7. 그림은 어느 계절의 평균 자오면 순환의 질량속 유선함수를 나타낸 것이다. 해당 계절과 A 부근의 순환을 옳게 짝지은 것은? (단, 등치선의 간격은 2×10^{10}kg s^{-1}이며, 파선은 -1×10^{10}kg s^{-1} 값을 나타낸다.)



① 북반구 겨울철 - 해들리순환
② 북반구 여름철 - 해들리순환
③ 북반구 겨울철 - 페렐순환
④ 북반구 여름철 - 페렐순환

정답 2번

출제 포인트

질량속 유선함수의 화살표와 위도 범위를 이용해 자오면 순환의 종류와 계절을 판별하는 문제이다.

자료 읽는 순서

1. 가로축의 위도와 세로축의 기압을 확인한다.
2. A가 적도를 가로지르는 열대 순환인지, 중위도 순환인지 확인한다.
3. 화살표에서 상승 지점이 어느 반구에 있는지 확인해 해당 반구의 여름철을 판단한다.

핵심 근거

A는 대략 남위 20도에서 북위 10도 사이의 열대에 자리하며 적도를 가로지르므로 해들리순환이다. 또한 A의 오른쪽인 북반구 저위도에서 공기가 상승하고 남반구 저위도에서 하강하는 방향이 나타난다. 가열이 강한 여름반구 쪽으로 상승대가 이동하므로 이 그림은 북반구 여름철의 평균 순환을 나타낸다.

NoteBase

선지별 해설

① X — A의 상승 지점이 북반구 저위도에 있으므로 북반구 겨울철이 아니라 북반구 여름철이다. 틀린 표현 ‘북반구 겨울철’은 ‘북반구 여름철’로 고치며, 올바른 짝은 ‘북반구 여름철 - 해들리순환’이다.
② O — A는 적도를 가로지르는 열대의 해들리순환이고, 상승대가 북반구 쪽에 형성되어 있으므로 북반구 여름철에 해당한다.
③ X — A는 중위도의 페렐순환이 아니라 열대의 해들리순환이며, 계절도 북반구 겨울철이 아니라 여름철이다. ‘북반구 겨울철 - 페렐순환’은 ‘북반구 여름철 - 해들리순환’으로 고친다.
④ X — 북반구 여름철이라는 계절 판단은 맞지만, A는 열대에서 적도를 가로지르므로 페렐순환이 아니다. 틀린 표현 ‘페렐순환’은 ‘해들리순환’으로 고친다.

오답 포인트

등치선의 음수 부호만 보고 순환의 이름이나 계절을 정하면 안 된다. 이 문항에서는 A의 위도 범위로 해들리순환을 먼저 식별하고, 화살표가 가리키는 상승대가 북반구에 있다는 점으로 북반구 여름철을 판별해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

적도를 포함한 열대의 큰 순환이면 해들리순환으로 판단한다. 이어 저위도 상승대가 북반구에 있으면 북반구 여름철, 남반구에 있으면 북반구 겨울철로 판단한다.

암기 포인트

열대·적도 횡단은 해들리순환, 상승대가 이동한 반구는 여름 반구이다.

NoteBase

문 8. 태풍에 대한 설명으로 옳은 것은?

① 온대 저기압으로도 불린다.
② 지구자전에 의한 전향효과가 없는 적도에서 쉽게 발생한다.
③ 일반적으로 수 백 km의 수평규모를 갖는 대규모계 현상이다.
④ 일반적으로 중심부근 최대 풍속에 따라 강도가 분류된다.

정답 4번

출제 포인트

태풍의 저기압 유형, 발생 위도, 수평 규모, 강도 분류 기준을 구별하는 문제이다.

핵심 개념

태풍은 따뜻한 열대 해상에서 발달하는 열대 저기압이다. 충분히 따뜻한 해수면과 수증기 공급이 필요하며, 회전이 형성될 만큼 전향력이 작용하는 위도에서 발생한다. 태풍의 강도는 일반적으로 중심 부근의 최대풍속을 기준으로 분류한다.

선지별 해설

① X
틀린 표현은 '온대 저기압'이다. 태풍은 열대 해상에서 발달하는 열대 저기압이다.

② X
틀린 표현은 '전향효과가 없는 적도에서 쉽게 발생한다'이다. 적도에서는 전향력이 거의 없어 공기가 조직적으로 회전하기 어렵다. 태풍은 적도에서 어느 정도 떨어져 전향력이 작용하는 따뜻한 열대 해상에서 주로 발생한다.

③ X
틀린 표현은 '수백 *km*의 수평규모를 갖는 대규모계'이다. 수백 *km* 정도의 수평 규모는 종관 규모에 해당하므로 태풍은 대규모계가 아니라 종관 규모의 기상 현상으로 분류한다.

④ O
태풍의 강도는 일반적으로 중심 부근에서 관측되는 최대풍속에 따라 분류하므로 옳다.

오답 포인트

②는 태풍이 저위도의 따뜻한 바다에서 발생한다는 사실을 '적도에서 쉽게 발생한다'로 바꾼 함정이다. ③은 일상적인 의미의 '크다'와 기상학의 규모 분류를 혼동하게 만든다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

태풍 문항에서는 먼저 열대 저기압인지 확인하고, 적도에서는 전향력이 부족해 발생하기 어렵다는 점을 적용한다. 규모는 수평 길이에 따른 분류로 판단하고, 강도 분류는 중심 부근 최대풍속을 기준으로 확인한다.

암기 포인트

태풍은 열대 저기압, 적도에서는 발생 곤란, 강도는 중심 부근 최대풍속이다.

NoteBase

문 9. 건조한 날 대기 중 에어로졸 농도를 증가시킬 수 있는 경계층 내 조건으로 옳은 것을 모두 고르면?

ㄱ. 대기가 안정할 때
ㄴ. 풍속이 약할 때
ㄷ. 지표면 근처에 역전층이 발생했을 때
ㄹ. 대기혼합이 강할 때

① ㄱ, ㄴ
② ㄷ, ㄹ
③ ㄱ, ㄴ, ㄷ
④ ㄴ, ㄷ, ㄹ

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 경계층에서 에어로졸의 확산을 억제하여 지상 부근 농도를 높이는 기상 조건을 묻는다.

핵심 개념

대기가 안정하면 연직 운동이 억제되어 에어로졸이 지상 부근에 머물기 쉽다. 풍속이 약하면 수평 환기와 이동도 약해져 농도가 높아진다. 지표면 근처의 역전층은 아래쪽의 찬 공기 위에 따뜻한 공기가 놓인 안정한 층으로, 연직 확산을 막는 덮개처럼 작용한다. 반대로 대기혼합이 강하면 에어로졸이 더 넓은 공기층으로 분산되어 농도가 낮아진다.

선지별 해설

① X — ㄱ의 안정한 대기와 ㄴ의 약한 풍속은 모두 농도를 높이는 조건이지만, ㄷ의 지표면 부근 역전층도 연직 확산을 억제하므로 빠져 있다. 올바른 조합은 ㄱ, ㄴ, ㄷ이다.
② X — ㄷ은 맞지만 ㄹ의 '대기혼합이 강할 때'가 틀린 표현이다. 대기혼합이 강하면 에어로졸이 분산되어 농도가 낮아지며, 올바른 조합은 ㄱ, ㄴ, ㄷ이다.
③ O — 대기가 안정하고 풍속이 약하며 지표면 근처에 역전층이 생기면 연직·수평 확산이 모두 약해져 에어로졸이 경계층 하부에 축적된다. 따라서 ㄱ, ㄴ, ㄷ이 모두 옳다.
④ X — ㄴ과 ㄷ은 맞지만 ㄹ을 포함하고 ㄱ을 제외한 것이 틀렸다. '대기혼합이 강할 때'는 농도를 낮추는 조건이고 '대기가 안정할 때'는 농도를 높이는 조건이므로, 올바른 조합은 ㄱ, ㄴ, ㄷ이다.

NoteBase

오답 포인트

역전층을 단순한 온도 현상으로만 보고 농도 증가와 연결하지 못하거나, ‘혼합이 강하다’를 오염물질이 잘 섞여 농도가 높아진다는 뜻으로 오해하기 쉽다. 이 문항에서 강한 혼합은 에어로졸을 넓게 분산하여 지상 부근 농도를 낮춘다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 공기의 확산과 환기가 잘되는지를 판단한다. 안정·약풍·역전은 확산과 환기를 억제하므로 농도를 높이고, 강한 혼합·강풍은 분산과 환기를 촉진하므로 농도를 낮춘다.

암기 포인트

안정·약풍·역전은 축적, 강한 혼합은 희석이다.

NoteBase

문 10. 남반구에서 대기의 밀도가 $1\mathrm{kg\,m^{-3}}$이고, 기압이 동쪽방향으로 500km마다 5hPa씩 일정하게 감소할 때, 지균풍의 방향과 속력으로 옳은 것은? (단, 코리올리 매개변수의 크기 $|f| = 10^{-4}\mathrm{s^{-1}}$로 한다.)

① 남풍, $10\mathrm{m\,s^{-1}}$
② 남풍, $1\mathrm{m\,s^{-1}}$
③ 북풍, $10\mathrm{m\,s^{-1}}$
④ 북풍, $1\mathrm{m\,s^{-1}}$

정답 1번

출제 포인트

수평 기압경도와 코리올리 매개변수로 지균풍의 방향과 속력을 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 공기 밀도 $\rho = 1kgm^{-3}$, 동쪽으로 $500km$마다 기압 $5hPa$ 감소, $|f| = 10^{-4}s^{-1}$이다.
구해야 할 값: 남반구 지균풍의 방향과 속력이다.
단위 변환: $5hPa = 500Pa$, $500km = 5 \times 10^{5}m$이다.

사용할 공식

지균풍은 기압경도력과 코리올리힘이 평형을 이루는 바람이다. 속력의 크기는
$V_g = \frac{1}{\rho|f|}\left|\frac{\Delta p}{\Delta x}\right|$
로 구한다. 기압이 동쪽으로 낮아지므로 기압경도력은 동쪽을 향한다. 남반구에서 코리올리힘은 바람 진행 방향의 왼쪽으로 작용하므로, 서쪽을 향하는 코리올리힘이 동쪽의 기압경도력과 평형을 이루려면 바람은 북쪽으로 불어야 한다. 북쪽으로 부는 바람은 남쪽에서 불어오는 남풍이다.

계산 과정

기압경도의 크기는
$\left|\frac{\Delta p}{\Delta x}\right| = \frac{500Pa}{5 \times 10^{5}m} = 10^{-3}Pam^{-1}$
이다. 따라서
$V_g = \frac{10^{-3}}{(1)(10^{-4})} = 10ms^{-1}$
이다. 바람은 북쪽으로 불어가므로 풍향은 남풍이고, 속력은 $10ms^{-1}$이다.

NoteBase

선지 판단

① O — 계산 결과가 남풍, $10 ms^{-1}$이므로 옳다.
② X — 방향은 남풍이지만 속력 $1 ms^{-1}$이 틀렸다. *hPa*를 *Pa*로 바꾸면 속력은 $10 ms^{-1}$이다. 올바르게는 '남풍, $10 ms^{-1}$'이다.
③ X — 속력은 맞지만 '북풍'이 틀렸다. 남반구에서 북풍이 남쪽으로 불면 코리올리힘은 동쪽을 향하여 기압경도력과 평형을 이룰 수 없다. 올바르게는 '남풍, $10 ms^{-1}$'이다.
④ X — '북풍'과 $1 ms^{-1}$이 모두 틀렸다. 방향은 남풍이고 속력은 $10 ms^{-1}$이다. 올바르게는 '남풍, $10 ms^{-1}$'이다.

오답 포인트

'동쪽으로 기압이 감소한다'를 바람이 동쪽으로 분다는 뜻으로 해석하면 안 된다. 먼저 기압경도력의 방향을 정하고, 남반구 코리올리힘이 바람의 왼쪽으로 작용한다는 점으로 풍향을 판단한다. 또한 $5 hPa = 500 Pa$ 변환을 빠뜨리면 속력의 자릿수가 달라진다.

다시 나오면 이렇게 판단

기압 감소 방향으로 기압경도력을 정한 뒤, 남반구에서는 그 반대쪽을 향하는 코리올리힘이 바람의 왼쪽에 놓이도록 풍향을 결정한다. 이후 기압과 거리의 단위를 *Pa*, *m*로 통일하여 지균풍 공식을 적용한다.

암기 포인트

남반구 지균풍은 진행 방향의 오른쪽에 저기압을 두며, 속력은 '기압경도 ÷ $\rho|f|$'이다.

NoteBase

문 11. 아래 괄호에 알맞은 것은?

> 전 지구적으로 사막은 대체로 위도 30° 지역에 존재하는데 그 이유는 ( )

① 이 지역 하층에서 편서풍대와 무역풍대가 수렴하기 때문이다.
② 이 지역에 아열대 고기압의 하강기류가 존재하기 때문이다.
③ 한대전선(polar front)과 연관된 하강기류가 이 지역에 존재하기 때문이다.
④ 열대수렴대(intertropical convergence zone)가 이 지역에 존재하기 때문이다.

정답 2번

출제 포인트

위도 30도 부근에 사막이 많이 분포하는 원인을 대기 대순환의 하강기류와 연결하는 문제이다.

핵심 개념

아열대 고기압은 해들리 순환의 하강 지점인 위도 30도 부근에 형성되는 고기압대이다. 공기가 하강하면 단열압축으로 기온이 오르고 상대습도가 낮아져 구름과 강수가 잘 발생하지 않으므로 건조한 기후와 사막이 발달한다.
열대수렴대는 적도 부근의 상승·다우 지역이고, 한대전선은 중위도 부근에서 기단이 만나 상승과 저기압 활동이 활발한 지역이므로 아열대 사막의 주된 원인이 아니다.

NoteBase

선지별 해설

① X — 틀린 표현은 '편서풍대와 무역풍대가 수렴'한다는 부분이다. 위도 30도 부근의 지표에서는 아열대 고기압으로부터 편서풍과 무역풍이 서로 다른 방향으로 불어나가므로 발산이 나타난다. 올바르게는 '이 지역의 상공에서 공기가 하강하고 지표에서 발산하기 때문이다'이다.
② O — 위도 30도 부근에는 해들리 순환의 하강 지점에 해당하는 아열대 고기압이 자리한다. 이 하강기류가 대기를 건조하게 하여 강수를 억제하므로 사막이 발달한다.
③ X — 틀린 표현은 '한대전선과 연관된 하강기류'가 이 지역에 존재한다는 부분이다. 한대전선은 주로 위도 60도 부근에서 나타나며 공기의 수렴과 상승, 저기압 활동과 관련된다. 올바르게는 '위도 30도 부근의 아열대 고기압과 연관된 하강기류가 존재하기 때문이다'이다.
④ X — 틀린 표현은 '열대수렴대가 이 지역에 존재'한다는 부분이다. 열대수렴대는 주로 적도 부근에서 무역풍이 수렴하여 공기가 상승하고 강수가 많은 지역이다. 올바르게는 '위도 30도 부근에 아열대 고기압대가 존재하기 때문이다'이다.

오답 포인트

①은 무역풍과 편서풍의 경계라는 사실을 '수렴'으로 잘못 연결한 함정이다. 위도 30도 부근에서는 공기가 하강한 뒤 지표에서 양쪽으로 발산한다. 또한 적도의 열대수렴대와 위도 60도 부근의 한대전선을 위도 30도 부근의 아열대 고기압과 혼동하지 않아야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

위도별 대기 운동을 연결한다. 적도는 수렴·상승·다우, 위도 30도 부근은 하강·아열대 고기압·건조, 위도 60도 부근은 수렴·상승·저기압으로 판단한다.

암기 포인트

30도는 하강하는 아열대 고기압, 그래서 건조하고 사막이 발달한다.

NoteBase

문 12. 다음 중 기상위성 자료에서 운정고도(cloud top height)를 추정하기 위해 가장 중요하게 사용하는 것은?

① 구름의 모양
② 구름의 크기
③ 운정의 적외복사 방출 강도
④ 구름의 이동을 바탕으로 추정한 풍속

정답 3번

출제 포인트

기상위성의 적외 관측으로 운정온도를 구하고, 이를 이용해 운정고도를 추정하는 원리를 묻는 문제이다.

핵심 개념

운정고도는 구름 꼭대기의 높이이다. 기상위성은 구름 꼭대기에서 우주로 방출되는 적외복사 강도로 밝기온도, 즉 운정온도를 구한 뒤 대기의 연직 온도 분포와 비교하여 그 높이를 추정한다. 일반적으로 대류권에서는 높이 올라갈수록 기온이 낮아지므로 운정온도가 낮을수록 운정고도가 높은 것으로 판단할 수 있다.

선지별 해설

① X — 구름의 모양은 구름의 형태나 발달 상태를 판별하는 데 도움이 되지만, 운정고도를 정량적으로 추정하는 핵심 관측량은 아니다. '구름의 모양'은 '운정의 적외복사 방출 강도에서 얻은 운정온도'로 고쳐야 한다.
② X — 구름의 수평적인 크기는 구름 영역이나 규모를 나타낼 뿐 구름 꼭대기의 높이를 직접 결정하지 않는다. '구름의 크기'는 '운정의 적외복사 방출 강도에서 얻은 운정온도'로 고쳐야 한다.
③ O — 운정에서 방출되는 적외복사 강도로 밝기온도를 산출하고, 이를 대기의 연직 온도 분포와 비교하면 운정고도를 추정할 수 있다.
④ X — 연속된 위성영상에서 구름의 이동을 추적해 구한 값은 주로 해당 고도의 풍속을 추정하는 데 사용되며, 그 자체가 운정고도의 핵심 산출값은 아니다. '구름의 이동을 바탕으로 추정한 풍속'은 '운정의 적외복사 방출 강도에서 얻은 운정온도'로 고쳐야 한다.

오답 포인트

④는 위성으로 실제 산출할 수 있는 풍속을 제시해 혼동을 유도한다. 그러나 문제는 구름의 이동 속도가 아니라 구름 꼭대기의 높이를 묻고 있으므로, 높이에 대응하는 온도를 얻는 적외복사 관측을 선택해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

기상위성에서 구름의 높이를 물으면 적외복사 → 밝기온도(운정온도) → 대기 연직 온도 분포와 비교 → 운정고도 추정의 순서로 판단한다. 구름 이동을 추적한 값은 풍향·풍속과 연결한다.

NoteBase

암기 포인트

운정고도는 적외복사와 운정온도, 구름 이동은 풍향·풍속이다.

NoteBase

문 13. 기상조절 실험 중 겨울철에 눈구름의 씨앗으로 작용하도록 대기 중에 뿌리는 대표적인 시딩(seeding) 물질은?

① AgI
② NaCl
③ $CaCl_2$
④ NH_4NO_3

정답 1번

출제 포인트

겨울철 눈구름에 사용하는 빙정핵 시딩 물질과 물방울 성장을 돕는 흡습성 시딩 물질을 구별하는 문제이다.

핵심 개념

빙정핵 시딩은 과냉각 물방울이 있는 찬 구름에서 얼음결정의 생성을 촉진하는 방법이다. 요오드화은 AgI은 얼음과 비슷한 결정 구조를 가져 대표적인 인공 빙정핵으로 쓰인다. 반면 염화나트륨 NaCl, 염화칼슘 $CaCl_2$, 질산암모늄 NH_4NO_3 같은 흡습성 물질은 수증기를 끌어들여 물방울의 성장과 병합을 돕는 쪽에 해당한다.

선지별 해설

① O — AgI은 얼음과 유사한 결정 구조를 지녀 찬 구름에서 얼음결정의 생성을 유도하는 대표적인 빙정핵 시딩 물질이다.
② X — NaCl을 겨울철 눈구름의 대표 빙정핵 물질로 본 부분이 틀렸다. NaCl은 흡습성 입자로서 물방울 성장을 촉진하는 시딩에 이용되며, 겨울철 눈구름의 대표 빙정핵 물질은 AgI이다.
③ X — $CaCl_2$를 겨울철 눈구름의 대표 빙정핵 물질로 본 부분이 틀렸다. $CaCl_2$는 흡습성이 큰 물질로 물방울 성장을 돕는 시딩 물질이며, 대표 빙정핵 물질로 고치면 AgI이다.
④ X — NH_4NO_3를 겨울철 눈구름의 대표 빙정핵 물질로 본 부분이 틀렸다. NH_4NO_3은 흡습성 물질에 해당하며, 겨울철 눈구름에 얼음결정을 만들기 위한 대표 시딩 물질은 AgI이다.

오답 포인트

모든 선지가 구름 시딩에 관련될 수 있는 염류라는 점이 함정이다. 이 문항에서는 단순히 시딩 물질인지를 보는 것이 아니라, 겨울철 눈구름에서 얼음결정을 만드는 대표적인 빙정핵 물질인지를 판단해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

문제에 '겨울철·눈구름·빙정핵'이 나오면 얼음과 유사한 결정 구조의 AgI을 연결한다. '흡습성·물방울 성장·병합'이 나오면 NaCl, $CaCl_2$ 같은 염류를 연결한다.

NoteBase

암기 포인트

찬 구름의 얼음결정은 AgI, 흡습성 물방울 성장은 소금류이다.

NoteBase

문 14. 대기의 연직 구조에 관한 설명으로 옳지 않은 것을 모두 고르면?

ㄱ. 중간권에 오존층이 존재한다.
ㄴ. 열권에서는 피부로 뜨겁게 느껴지지 않는다.
ㄷ. 일반적으로 중위도에서 중간권계면의 평균온도는 대류권계면의 평균온도보다 낮다.
ㄹ. 성층권은 일반적으로 고도가 증가함에 따라 온도가 증가하여 정적 안정도가 크다.

① ㄱ
② ㄱ, ㄴ
③ ㄱ, ㄹ
④ ㄷ, ㄹ

정답 1번

출제 포인트

대기권 각 층의 고도에 따른 온도 변화, 오존층의 위치, 공기 밀도에 따른 체감 가열 여부를 구분하는 문제이다.

핵심 개념

대류권은 고도가 높아질수록 대체로 기온이 낮아지는 층이다.
성층권은 오존이 자외선을 흡수하므로 고도가 높아질수록 대체로 기온이 높아지고 정적으로 안정하다.
중간권은 고도가 높아질수록 대체로 기온이 낮아지며, 중간권계면은 대기권에서 가장 낮은 온도가 나타나는 부근이다.
열권은 온도가 매우 높지만 공기 밀도가 매우 낮아 인체에 전달되는 열량이 작으므로 피부로 뜨겁게 느껴지지 않는다.

NoteBase

선지별 해설

① O — ㄱ만 옳지 않다. ㄱ의 '중간권에 오존층이 존재한다'가 틀린 표현이며, 오존층은 주로 성층권에 존재한다고 고쳐야 한다.
② X — 'ㄱ, ㄴ' 가운데 ㄴ은 옳은 설명이므로 오답이다. 열권은 입자의 평균 운동에너지를 나타내는 온도는 높지만 공기 밀도가 매우 낮아 피부로 전달되는 열량이 작다. 따라서 옳지 않은 것을 고른 조합은 'ㄱ'만으로 고쳐야 한다.
③ X — 'ㄱ, ㄹ' 가운데 ㄹ은 옳은 설명이므로 오답이다. 성층권에서는 오존의 자외선 흡수로 위쪽의 온도가 높아지는 역전 구조가 형성되어 정적 안정도가 크다. 따라서 옳지 않은 것을 고른 조합은 'ㄱ'만으로 고쳐야 한다.
④ X — ㄷ과 ㄹ은 모두 옳은 설명이므로 오답이다. 중위도에서 중간권계면의 평균온도는 대류권계면의 평균온도보다 낮고, 성층권은 고도에 따라 온도가 증가하여 안정하다. 따라서 옳지 않은 것을 고른 조합은 'ㄱ'만으로 고쳐야 한다.

오답 포인트

열권의 '온도가 높다'를 '피부로 뜨겁게 느낀다'와 같은 뜻으로 해석하는 것이 함정이다. 온도는 입자 한 개당 평균 운동에너지와 관련되지만, 체감되는 열은 입자 수와 열전달량에도 좌우된다. 또한 오존층의 위치를 중간권이 아니라 성층권으로 구분해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 각 층의 온도 경향을 대류권 하강, 성층권 상승, 중간권 하강, 열권 상승으로 배열한다. 이어 오존층은 성층권, 최저온도 부근은 중간권계면, 열권의 체감 가열은 낮은 밀도 때문에 작다는 기준으로 각 진술을 판단한다.

암기 포인트

오존은 성층권, 가장 찬 곳은 중간권계면, 열권은 고온이지만 저밀도이다.

NoteBase

문 15. 다음 밑줄 친 ㉠과 ㉡에 들어갈 말을 옳게 짝지은 것은?

> 기온이 −10°C인 극지역의 공기가 포화되어 있고, 기온이 35°C인 사막지역의 이슬점온도가 0°C라고 가정하자. 이런 경우 극지역에 비해 사막지역에서 공기의 단위 부피당 수증기량은 (㉠), 상대습도는 (㉡).

	㉠	㉡
①	더 많고	더 높다
②	더 적고	더 낮다
③	더 많고	더 낮다
④	더 적고	더 높다

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 이슬점으로 실제 수증기압을 구한 뒤 수증기 밀도와 상대습도를 각각 비교하는 문제이다.

조건 정리

극지역: 기온이 $-10\,^\circ$C이고 포화되어 있으므로 상대습도는 100%이며, 실제 수증기압은 $-10\,^\circ$C의 포화 수증기압인 약 2.9*hPa*이다.
사막지역: 기온은 35 ° C, 이슬점은 0 ° C이므로 실제 수증기압은 0 ° C의 포화 수증기압인 약 6.1*hPa*이다.
구해야 할 값: 두 지역 공기의 단위 부피당 수증기량과 상대습도의 대소 관계이다.

사용할 공식

수증기 밀도는 $\rho_v = e/(R_v T)$, 상대습도는 $RH = e/e_s(T) \times 100\%$이다. 여기서 e는 실제 수증기압, $e_s(T)$는 현재 기온에서의 포화 수증기압, T는 절대온도이다. 이슬점에서는 공기가 막 포화되므로 실제 수증기압은 이슬점의 포화 수증기압과 같다.

NoteBase

계산 과정

1. 극지역은 포화 상태이므로 $e_{polar} \approx 2.9hPa$, $RH_{polar} = 100\%$이다.
2. 사막지역은 이슬점이 0 ° C이므로 $e_{desert} \approx 6.1hPa$이다. 수증기 밀도 공식에 대입하면 극지역은 약 $2.4g/m^3$, 사막지역은 약 $4.3g/m^3$이므로 사막지역의 단위 부피당 수증기량이 더 많다.
3. 35 ° C의 포화 수증기압은 약 $56.3hPa$이므로 사막지역의 상대습도는 $6.1/56.3 \times 100 \approx 11\%$이다.

따라서 사막지역의 상대습도는 극지역보다 낮다.

선지 판단

① X — 단위 부피당 수증기량이 '더 많고'인 것은 맞지만, 상대습도가 '더 높다'는 틀리다. 올바르게는 상대습도가 더 낮다.
② X — 두 표현이 모두 반대이다. 올바르게는 사막지역의 단위 부피당 수증기량은 더 많고 상대습도는 더 낮다.
③ O — 사막지역은 극지역보다 단위 부피당 수증기량이 더 많고 상대습도는 더 낮다.
④ X — 단위 부피당 수증기량이 '더 적고', 상대습도가 '더 높다'는 두 표현이 모두 틀리다. 올바르게는 단위 부피당 수증기량은 더 많고 상대습도는 더 낮다.

오답 포인트

'수증기량이 많으면 상대습도도 높다'고 단순 연결하면 ①을 고르기 쉽다. 상대습도는 실제 수증기량 자체가 아니라 현재 기온에서 최대로 포함할 수 있는 수증기량에 대한 비율이다. 사막지역은 실제 수증기량이 더 많아도 기온이 높아 포화 수증기압이 매우 크므로 상대습도는 낮다.

다시 나오면 이렇게 판단

이슬점으로 실제 수증기압을 먼저 정하고, 단위 부피당 수증기량은 수증기 밀도 $e/(R_vT)$로, 상대습도는 $e/e_s(T) \times 100\%$로 따로 비교한다. 포화라고 제시된 공기의 상대습도는 곧바로 100%로 판단한다.

암기 포인트

이슬점은 실제 수증기압, 현재 기온은 포화 수증기압을 결정한다. 수증기량과 상대습도는 같은 방향으로 움직인다고 단정할 수 없다.

NoteBase

문 16. 강한 대류운이 발생하는 경우 레이더가 관측한 에코의 연직분포에서는 아주 강한 반사도 띠가 종종 나타나는데, 이를 밝은 띠(bright band)라고 한다. 이에 대한 설명으로 가장 옳지 않은 것은?

① 밝은 띠가 나타나는 것은 강수입자의 상변화와 관련있다.
② 밝은 띠가 나타나는 것은 얼음보다 물의 유전율(dielectric factor)이 큰 것과 관련있다.
③ 밝은 띠가 나타나는 고도에서 실제로 강수강도가 가장 강하다.
④ 밝은 띠 하부에서는 강수입자의 낙하속도가 증가하고 반사도가 낮아진다.

정답 3번

출제 포인트

밝은 띠가 융해층에서 강하게 관측되는 원인과, 레이더 반사도 강화가 실제 강수강도 증가를 뜻하는지를 구분하는 문제이다.

핵심 개념

밝은 띠는 얼음 입자가 녹아 빗방울로 바뀌는 융해층 부근에서 레이더 반사도가 띠 모양으로 강해지는 현상이다. 융해 중인 눈송이는 물막으로 덮여 얼음보다 큰 유전율을 보이고 크기도 커서 반사도가 커진다. 그러나 이는 입자의 상변화와 낙하 특성 때문에 생기는 레이더 관측상의 강화이므로, 그 고도에서 실제 강수강도가 가장 강하다는 뜻은 아니다.

선지별 해설

① O — 밝은 띠의 윗부분에서는 눈 결정들이 서로 달라붙어 큰 눈송이로 성장하는 상변화·응집 과정이 반사도 증가에 기여한다.

② O — 물은 얼음보다 유전율이 커서 레이더파를 더 강하게 산란한다. 녹는 얼음 입자 표면에 물막이 형성되면 반사도가 크게 증가한다.

③ X — 틀린 표현은 '실제로 강수강도가 가장 강하다'이다. 올바르게는 밝은 띠가 나타나는 융해층에서 레이더 반사도가 가장 강하게 관측될 수 있으나, 이것이 실제 강수강도의 최댓값을 의미하지는 않는다.

④ O — 밝은 띠의 아랫부분에서는 입자가 빗방울로 완전히 녹으면서 낙하속도가 증가한다. 같은 강수량이라면 공기 중 입자 수가 감소하고 큰 눈송이의 크기 효과도 사라지므로 반사도가 낮아진다.

NoteBase

오답 포인트

③의 '강한 반사도'를 '강한 실제 강수강도'로 그대로 해석하는 것이 함정이다. 밝은 띠는 융해하는 입자의 유전적 성질, 크기, 낙하속도 변화가 만든 레이더 반사도 과대 현상이다.

다시 나오면 이렇게 판단

밝은 띠 문항에서는 융해층, 물막에 따른 유전율 증가, 큰 눈송이, 융해 후 낙하속도 증가를 연결한다. 반사도가 강하다는 진술이 실제 강수강도까지 가장 강하다고 단정하면 구분하여 판단한다.

암기 포인트

밝은 띠는 '비가 가장 센 층'이 아니라 '눈이 녹아 레이더에 가장 밝게 보이는 층'이다.

NoteBase

문 17. 다음 중 로스비파에 대한 설명으로 옳지 않은 것을 모두 고르면?

ㄱ. 지형이나 비단열 가열 과정의 영향을 받는다.
ㄴ. 대기의 중위도지역 열 수송에 중요한 역할을 한다.
ㄷ. 마찰력을 무시하면 로스비파는 발생하지 않는다.
ㄹ. 코리올리 매개변수가 위도에 따라 변하기 때문에 발생한다.

① ㄱ
② ㄷ
③ ㄱ, ㄷ
④ ㄴ, ㄹ

정답 2번

출제 포인트

로스비파의 발생 원인과 주요 역할을 이해하고, 마찰이 없어도 로스비파가 발생할 수 있음을 판단하는 문제이다.

핵심 개념

로스비파는 지구 자전에 따른 코리올리 매개변수가 위도에 따라 달라지는 효과를 복원 작용으로 삼아 대규모 대기에서 나타나는 파동이다. 마찰은 파동을 약화시키는 요인이 될 수 있지만 발생에 반드시 필요한 조건은 아니다. 지형과 비단열 가열은 로스비파를 강제할 수 있으며, 로스비파는 중위도에서 남북 방향의 열 수송에 기여한다.

NoteBase

선지별 해설

① X
ㄱ은 옳은 설명이므로 '옳지 않은 것'에 해당하지 않는다. 지형에 의한 공기 흐름의 변형이나 비단열 가열은 로스비파를 강제할 수 있다. 틀린 선택은 ㄱ을 옳지 않은 설명으로 고른 점이며, 올바르게는 ㄱ을 옳은 설명으로 판단한다.

② O
ㄷ만 옳지 않다. 마찰을 무시해도 위도에 따른 코리올리 매개변수의 변화가 존재하면 로스비파가 발생할 수 있다. 올바르게 고치면 '마찰력을 무시해도 로스비파는 발생할 수 있다'이다.

③ X
ㄷ은 옳지 않지만 ㄱ은 옳으므로 두 진술을 모두 옳지 않다고 고를 수 없다. 틀린 선택은 ㄱ까지 포함한 점이며, 올바른 조합은 ㄷ만 포함한 것이다.

④ X
ㄴ과 ㄹ은 모두 옳은 설명이다. 로스비파는 중위도 대기의 남북 방향 열 수송에 중요한 역할을 하며, 위도에 따른 코리올리 매개변수의 변화 때문에 발생한다. 틀린 선택은 ㄴ과 ㄹ을 옳지 않다고 고른 점이며, 올바르게는 두 진술 모두 옳다고 판단한다.

오답 포인트

ㄷ의 '마찰력을 무시하면 발생하지 않는다'는 표현이 함정이다. 마찰은 로스비파의 필수 발생 원인이 아니며, 핵심 원인은 ㄹ에 제시된 위도별 코리올리 매개변수의 변화이다. 또한 문제의 '옳지 않은 것을 모두'라는 부정형과 조합을 함께 확인해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

로스비파의 발생 원인을 묻는 선지에서는 위도에 따른 코리올리 매개변수 변화가 제시되면 옳다고 판단한다. 마찰이 없으면 로스비파가 발생하지 않는다는 진술은 틀리며, 각 진술의 O/X를 먼저 정한 뒤 선택지 조합과 대조한다.

암기 포인트

로스비파의 핵심은 위도별 코리올리 매개변수 변화이며, 마찰은 필수 발생 조건이 아니다.

NoteBase

문 18. 대기 복사법칙에 대한 설명 중 옳지 않은 것은?

① 플랑크법칙에 따르면 흑체의 복사조도(irradiance)는 절대온도의 함수이다.
② 빈의 법칙에 따르면 흑체의 복사 강도가 최대가 되는 파장은 절대온도에 반비례한다.
③ 스테판-볼츠만 법칙에 따르면 흑체가 방출하는 복사에너지는 절대온도의 4제곱에 비례한다.
④ 키르히호프 법칙에 따르면 어떤 물체가 복사를 흡수하는 파장과 복사를 방출하는 파장은 서로 독립적이다.

정답 4번

출제 포인트

플랑크 법칙, 빈의 변위 법칙, 스테판-볼츠만 법칙, 키르히호프 법칙이 각각 온도·파장·복사에너지·흡수와 방출의 관계를 어떻게 설명하는지 구별하는 문제이다.

핵심 개념

플랑크 법칙: 흑체의 분광 복사조도가 파장과 절대온도에 따라 어떻게 분포하는지를 나타낸다.
빈의 변위 법칙: 최대 복사 강도가 나타나는 파장과 절대온도의 곱이 일정하여 $\lambda_{max}T = b$이다.
스테판-볼츠만 법칙: 흑체가 단위 면적에서 방출하는 총 복사에너지는 $E_b = \sigma T^4$로 주어진다.
키르히호프 법칙: 열평형에서 같은 파장과 같은 조건에 대한 물체의 단색 방사율과 단색 흡수율은 같다.

선지별 해설

① O — 플랑크 법칙에서 흑체의 분광 복사조도는 파장과 절대온도의 함수이며, 파장을 정하면 절대온도에 따라 값이 달라진다. 따라서 복사조도가 절대온도의 함수라는 설명은 옳다.
② O — 빈의 변위 법칙은 $\lambda_{max} = b/T$이므로 복사 강도가 최대가 되는 파장 λ_{max}은 절대온도에 반비례한다.
③ O — 스테판-볼츠만 법칙에 따르면 흑체의 총 복사에너지는 $E_b = \sigma T^4$이므로 절대온도의 4제곱에 비례한다.
④ X — 틀린 표현은 '복사를 흡수하는 파장과 복사를 방출하는 파장은 서로 독립적이다'이다. 키르히호프 법칙은 열평형에서 동일한 파장에 대한 단색 흡수율과 단색 방사율이 같다는 관계를 나타낸다. 올바르게는 '물체의 파장별 흡수 특성과 방출 특성은 서로 관련되며, 같은 파장에서 단색 흡수율과 단색 방사율이 같다'이다.

오답 포인트

④의 '서로 독립적'이라는 표현이 함정이다. 키르히호프 법칙은 물체가 잘 흡수하는 파장에서 잘 방출한다는 파장별 대응 관계를 설명하므로 흡수와 방출을 독립적인 현상으로 보면 안 된다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

최대 파장은 빈의 변위 법칙 $\lambda_{max}T = b$, 총 방출량은 스테판-볼츠만 법칙 $E_b = \sigma T^4$, 파장별 흡수율과 방사율의 관계는 키르히호프 법칙으로 연결해 판단한다.

암기 포인트

플랑크는 분광 분포, 빈은 최대 파장과 $1/T$, 스테판-볼츠만은 총량과 T^4, 키르히호프는 같은 파장의 흡수율과 방사율이다.

NoteBase

문 19. 지구 대기를 등온대기로 가정할 때, 기압이 지표면 기압의 e^{-1} 배로 감소하게 되는 고도로 약 7km가 얻어졌다. 지표면 기압을 1000hPa이라고 할 때, 10hPa에 가장 가까운 고도는? (단, ln10 = 2.3, e = 2.7로 한다.)

① 23km
② 27km
③ 32km
④ 38km

정답 3번

출제 포인트

기압이 고도 $7km$마다 e^{-1}배로 감소한다는 조건을 지수함수로 나타내어 목표 기압에 해당하는 고도를 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 지표면 기압은 $1000hPa$이고, 고도 $7km$가 증가할 때마다 기압은 e^{-1}배가 된다.
구해야 할 값: 기압이 $10hPa$가 되는 고도 z이다.
주의할 조건: 10/1000 = 1/100이므로 기압은 지표면의 100분의 1로 감소해야 한다.

사용할 공식

고도 z에서의 기압을 $p(z)$라 하면
$p(z) = 1000e^{-z/7}$
이다. 고도가 $7km$ 증가할 때 지수 $-z/7$이 1만큼 감소하여 기압이 e^{-1}배가 되므로 이 공식을 사용한다.

계산 과정

목표 기압을 대입하면
$10 = 1000e^{-z/7}$
이므로
$e^{-z/7} = \frac{1}{100}$
이다. 양변에 자연로그를 취하면
$-\frac{z}{7} = \ln\left(\frac{1}{100}\right) = -\ln 100 = -2\ln 10$
이므로
$z = 14\ln 10 = 14 \times 2.3 = 32.2km$
이다. 따라서 가장 가까운 고도는 $32km$이다.

NoteBase

선지 판단

① X — 23km는 계산값 32.2km와 9.2km 차이가 나므로 가장 가까운 고도가 아니다. '23km'는 '32km'로 고쳐야 한다.
② X — 27km는 계산값 32.2km와 5.2km 차이가 나므로 가장 가까운 고도가 아니다. '27km'는 '32km'로 고쳐야 한다.
③ O — 계산한 고도는 32.2km이므로 32km가 가장 가깝다.
④ X — 38km는 계산값 32.2km와 5.8km 차이가 나므로 가장 가까운 고도가 아니다. '38km'는 '32km'로 고쳐야 한다.

오답 포인트

기압이 1000hPa에서 10hPa로 줄어드는 것은 10분의 1이 아니라 100분의 1이 되는 변화이다. 따라서 $\ln 10$을 한 번만 적용하지 않고 $\ln 100 = 2\ln 10$을 적용해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

'일정 고도마다 일정 배율로 감소'하는 조건은 지수함수로 나타낸다. 먼저 목표값과 초기값의 비를 구하고, 지수식을 세운 뒤 자연로그를 취하여 고도를 계산한다.

암기 포인트

고도 H마다 기압이 e^{-1}배이면 $p = p_0 e^{-z/H}$이고, $p/p_0 = 1/100$이면 $z = 2H\ln 10$이다.

NoteBase

문 20. 약 11,500년 후에 세차운동에 의해 지구 자전축의 경사 방향이 공전축 기준으로 현재와 반대로 바뀐다면 북반구에서 나타날 것으로 예상되는 현상으로 옳은 것은?

① 여름철 평균기온이 낮아진다.
② 기온의 연교차가 커진다.
③ 지구 공전궤도의 원일점에서 여름이 된다.
④ 천구의 북극에 위치하는 별은 같다.

정답 2번

출제 포인트

세차운동으로 자전축의 경사 방향이 반대로 바뀔 때 북반구의 계절과 근일점·원일점의 대응, 계절별 기온 차, 천구 북극의 방향이 어떻게 달라지는지를 묻는 문제이다.

핵심 개념

세차운동은 자전축이 공전축 둘레를 도는 것처럼 방향을 서서히 바꾸는 운동이다. 자전축의 경사 방향이 현재와 반대가 되면 북반구의 여름은 현재의 원일점 부근이 아니라 근일점 부근에 놓이고, 겨울은 원일점 부근에 놓인다. 따라서 여름에는 태양과 더 가까워지고 겨울에는 더 멀어져 계절에 따른 일사량과 기온의 차가 커진다. 자전축이 가리키는 천구 북극의 위치도 달라진다.

선지별 해설

① X — 틀린 표현은 '여름철 평균기온이 낮아진다'이다. 북반구의 여름이 근일점 부근에 놓이면 태양과의 거리가 가까워져 여름철 일사량이 강해지므로, 올바르게는 여름철 평균기온이 높아진다고 보아야 한다.
② O — 북반구의 여름은 근일점 부근, 겨울은 원일점 부근에 놓인다. 여름은 더 덥고 겨울은 더 추워져 기온의 연교차가 커진다.
③ X — 틀린 표현은 '원일점에서 여름이 된다'이다. 자전축의 경사 방향이 현재와 반대가 되면 북반구에서는 근일점 부근에서 여름이 되고 원일점 부근에서 겨울이 된다.
④ X — 틀린 표현은 '천구의 북극에 위치하는 별은 같다'이다. 세차운동으로 자전축이 가리키는 방향, 즉 천구 북극의 위치가 이동하므로 그 부근에 위치하는 별도 달라진다.

오답 포인트

③처럼 현재 북반구의 여름이 원일점 부근이라는 관계를 그대로 적용하기 쉽다. 그러나 문제는 자전축의 경사 방향이 반대로 바뀐 상황이므로 여름과 겨울이 공전궤도상의 반대 위치에 놓인다. 또한 세차운동은 계절의 위치뿐 아니라 자전축이 가리키는 천구 북극의 방향도 바꾼다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 북반구 여름이 근일점과 원일점 중 어디에 놓이는지를 정한다. 여름이 근일점이고 겨울이 원일점이면 계절 차가 강화되어 기온의 연교차가 커지고, 여름이 원일점이고 겨울이 근일점이면 계절 차가 완화된다. 세차운동이 나오면 천구 북극과 북극성 역할을 하는 별도 달라진다고 판단한다.

암기 포인트

북반구 여름이 근일점이면 여름은 더 덥고 겨울은 더 추워져 연교차가 커진다. 세차운동은 계절의 공전궤도상 위치와 천구 북극의 방향을 함께 바꾼다.

NoteBase