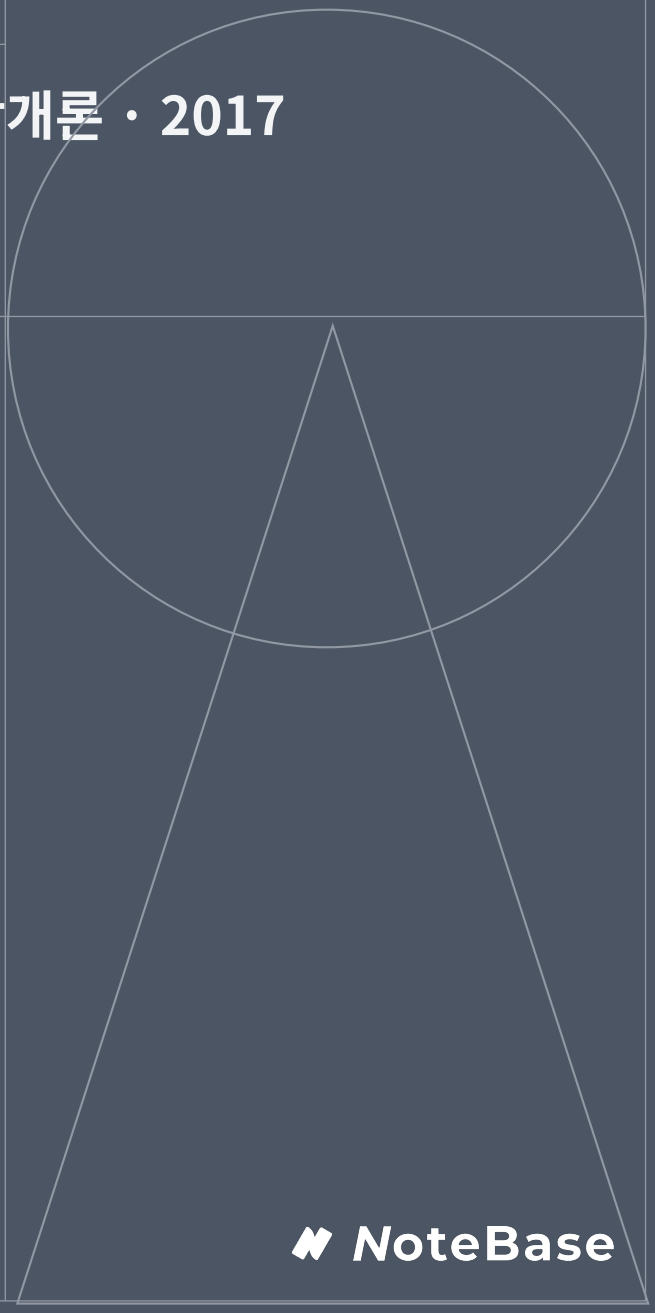
기출OX 해설집

공무원/기상직/9급 · 기상학개론 · 2017



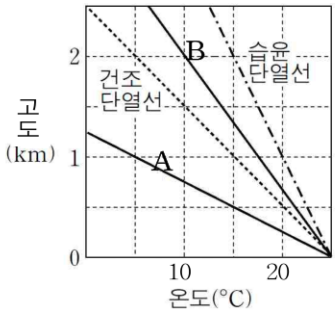
NoteBase

기출OX 해설집

공무원/기상직/9급 · 기상학개론 · 2017

공무원/기상직/9급 · 기상학개론 · 2017

문 1. 아래 그림에서 두 실선은 A와 B 지점의 연직 기온분포를 나타낸 것이다. 다음 중 A와 B 지점에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?



① 공기의 연직 운동은 A가 B보다 활발하다.
② 고도에 따른 기온 감률은 A가 B보다 작다.
③ B 지점의 대기는 조건부 불안정 상태이다.
④ A 지점의 평균 기온 감률은 10℃/0.5km이다.

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 고도-기온 그래프에서 환경 기온감률을 읽고, 건조단열감률·습윤단열감률과 비교하여 대기의 안정도와 연직 운동을 판단하는 문제이다.

자료 읽는 순서

1. 세로축은 고도, 가로축은 온도이므로 일정한 고도 상승에 따른 온도 감소량을 읽는다.
2. 같은 고도에서 지상 기온으로부터 더 왼쪽에 놓인 선일수록 기온이 더 많이 낮아져 기온감률이 크다.
3. 환경 기온감률이 건조단열감률보다 크면 절대 불안정, 건조단열감률과 습윤단열감률 사이이면 조건부 불안정으로 판단한다.

핵심 근거

A의 실선은 B의 실선보다 고도 상승에 따라 온도가 더 빠르게 감소하므로 A의 기온감률이 B보다 크다. 또한 A에서는 고도 0.5km 상승에 온도가 약 10$^\circ C$ 낮아지므로 평균 기온감률은 10$^\circ C$/0.5km, 즉 20$^\circ C$/km이다. B의 실선은 건조단열선과 습윤단열선 사이에 있으므로 B의 대기는 조건부 불안정이다.

NoteBase

선지별 해설

① O — 그래프에서 A의 환경 기온감률은 건조단열감률보다 커서 절대 불안정하고, B는 두 단열감률 사이에 있어 조건부 불안정이다. 따라서 A에서 공기의 연직 운동이 B보다 활발하다.
② X — A의 실선은 B의 실선보다 같은 고도 상승에서 온도가 더 크게 감소한다. 틀린 표현은 ‘A가 B보다 작다’이며, 올바르게는 ‘고도에 따른 기온감률은 A가 B보다 크다’이다.
③ O — B의 실선이 건조단열선과 습윤단열선 사이에 있으므로, 불포화 공기에는 안정하지만 포화 공기에는 불안정한 조건부 불안정 상태이다.
④ O — A에서 고도 $0.5km$ 상승할 때 기온은 약 $10^\circ C$ 감소한다. 따라서 평균 기온감률은 $10^\circ C/0.5km$이다.

오답 포인트

고도-기온 그래프에서 선이 가파르게 보인다는 이유로 기온감률도 크다고 판단하기 쉽다. 그러나 기온감률은 ‘고도 상승량에 대한 기온 감소량’이므로, 같은 고도에서 더 왼쪽으로 이동한 A의 기온감률이 B보다 크다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 같은 고도에서 각 환경 기온선의 온도 감소량을 비교한다. 그다음 환경 기온감률을 건조단열감률 및 습윤단열감률과 비교한다. 환경 기온감률이 건조단열감률보다 크면 절대 불안정이고, 두 단열감률 사이이면 조건부 불안정이다.

암기 포인트

같은 고도에서 더 왼쪽인 기온선일수록 기온감률이 크며, ‘건조단열감률보다 큼＝절대 불안정, 두 단열감률 사이＝조건부 불안정’이다.

NoteBase

문 2. 다음 중 오존에 관한 설명으로 옳은 것을 모두 고른 것은?

ㄱ. 변량기체이다.
ㄴ. 연직 총 오존량은 평균적으로 중위도보다 적도에서 더 많다.
ㄷ. 대류권에서는 주로 광화학 반응을 통해서 발생한다.
ㄹ. 오존농도는 평균적으로 20~30㎞ 고도에서 최댓값을 나타낸다.

① ㄱ, ㄴ, ㄷ ② ㄱ, ㄷ, ㄹ
③ ㄴ, ㄷ, ㄹ ④ ㄱ, ㄴ, ㄹ

정답 2번

출제 포인트

오존의 온실효과, 위도별 연직 총오존량, 대류권 오존의 생성 과정, 성층권 오존의 고도별 분포를 구별하는 문제이다.

핵심 개념

오존은 지표가 방출하는 적외선을 흡수하는 온실기체이다. 연직 총오존량은 대기 기둥 전체에 포함된 오존의 양이며, 평균적으로 적도보다 중·고위도에서 많다. 대류권 오존은 질소산화물과 휘발성 유기화합물 등이 햇빛을 받아 일으키는 광화학 반응으로 주로 생성된다. 대기 중 오존의 대부분은 성층권에 존재하며, 오존농도는 평균적으로 약 20~30 km 고도에서 가장 높다.

NoteBase

선지별 해설

① X
- ㄱ과 ㄷ은 옳지만 ㄴ은 틀렸으므로 옳은 설명을 모두 고른 조합이 아니다.
- 틀린 표현은 ㄴ의 '연직 총오존량은 평균적으로 중위도보다 적도에서 더 많다'이다. 올바르게는 연직 총오존량이 평균적으로 적도보다 중·고위도에서 더 많다.

② O
- ㄱ은 오존이 지표 복사 적외선을 흡수하는 온실기체이므로 옳다. ㄷ은 대류권 오존이 전구물질의 광화학 반응으로 주로 생성되므로 옳다. ㄹ은 오존농도가 평균적으로 약 20~30 km 고도에서 최댓값을 나타내므로 옳다. 따라서 ㄱ, ㄷ, ㄹ을 고른 ②가 정답이다.

③ X
- ㄷ과 ㄹ은 옳지만 ㄴ은 틀렸고, 옳은 ㄱ이 빠져 있으므로 옳은 설명을 모두 고른 조합이 아니다.
- 틀린 표현은 ㄴ의 '적도에서 더 많다'이다. 올바르게는 연직 총오존량이 평균적으로 적도보다 중·고위도에서 더 많으며, ㄱ도 포함해야 한다.

④ X
- ㄱ과 ㄹ은 옳지만 ㄴ은 틀렸고, 옳은 ㄷ이 빠져 있으므로 옳은 설명을 모두 고른 조합이 아니다.
- 틀린 표현은 ㄴ의 '중위도보다 적도에서 더 많다'이다. 올바르게는 적도보다 중·고위도에서 더 많으며, 대류권 오존의 주된 생성 과정인 광화학 반응을 설명한 ㄷ도 포함해야 한다.

오답 포인트

ㄴ의 '적도에서 더 많다'라는 방향을 반대로 기억하기 쉽다. 강한 자외선 때문에 열대 성층권에서 오존 생성이 활발하더라도, 생성된 오존이 대규모 대기 순환으로 중·고위도 쪽으로 수송되므로 연직 총오존량은 평균적으로 적도보다 중·고위도에서 더 많다.

다시 나오면 이렇게 판단

오존 문항에서는 생성 위치와 축적 위치를 구분한다. 대류권 오존은 광화학 반응으로 생성되고, 성층권 오존농도의 최대 고도는 약 20~30 km이며, 연직 총오존량은 평균적으로 적도보다 중·고위도에서 많다는 기준으로 각 진술을 판단한다.

암기 포인트

오존은 온실기체, 대류권에서는 광화학 생성, 성층권 20~30 km에서 농도 최대, 총오존량은 적도보다 중·고위도에서 많다.

NoteBase

문 3. 다음 중 대기의 연직 구조에 대한 설명으로 옳은 것을 모두 고른 것은?

ㄱ. 대류권계면의 고도는 위도에 따라 변하지 않는다.
ㄴ. 성층권은 균질권에 포함된다.
ㄷ. 고도에 따른 기압의 감소율은 높은 고도보다 낮은 고도에서 크다.

① ㄱ, ㄴ ② ㄱ, ㄷ ③ ㄴ, ㄷ ④ ㄱ, ㄴ, ㄷ

정답 3번

출제 포인트

대류권계면 고도의 위도별 차이, 균질권의 범위, 고도에 따른 기압 감소율을 구분하는 문제이다.

핵심 개념

대류권계면: 대류권과 성층권의 경계이며, 고도는 위도에 따라 달라져 적도 부근에서 높고 극지방에서 낮다.
균질권: 대기의 조성 비율이 대체로 균일하게 유지되는 영역으로 대류권, 성층권, 중간권을 포함한다. 따라서 성층권은 균질권에 포함된다.
기압 감소율: 정역학 평형에서 기압의 연직 변화는 $dp/dz = -\rho g$로 나타낸다. 낮은 고도일수록 공기 밀도 ρ가 크므로 단위 고도당 기압의 감소량도 더 크다.

선지별 해설

① X — ㄱ은 틀리고 ㄴ은 옳다. 대류권계면의 고도는 위도에 따라 변하므로, 올바르게는 'ㄴ만 옳다'이다.
② X — ㄱ은 틀리고 ㄷ은 옳다. 낮은 고도에서 공기 밀도가 더 커 기압이 고도에 따라 더 빠르게 감소하므로, 올바르게는 'ㄷ만 옳다'이다.
③ O — ㄴ과 ㄷ이 모두 옳다. 성층권은 균질권에 포함되고, 단위 고도당 기압 감소량은 높은 고도보다 낮은 고도에서 크다.
④ X — ㄱ이 틀렸으므로 세 문장이 모두 옳은 조합이 아니다. '대류권계면의 고도는 위도에 따라 변하지 않는다'가 틀린 표현이며, 올바르게는 '대류권계면은 적도 부근에서 높고 극지방에서 낮다'이다. 따라서 옳은 문장은 ㄴ과 ㄷ이다.

오답 포인트

ㄱ의 '변하지 않는다'가 핵심 함정이다. 대류권계면은 일정한 높이에 있는 경계가 아니며 저위도에서 높고 고위도에서 낮다. 또한 기압이 높은 고도까지 계속 감소한다는 사실과, 단위 고도당 감소량이 낮은 고도에서 더 크다는 사실을 구분해야 한다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

대류권계면은 '적도에서 높고 극에서 낮다', 균질권은 '성층권을 포함한다', 기압 감소량은 '공기 밀도가 큰 낮은 고도에서 더 크다'라는 세 기준으로 각 문장을 독립적으로 판단한다.

암기 포인트

대류권계면은 적도에서 높고, 성층권은 균질권에 속하며, 기압은 아래쪽에서 더 빠르게 감소한다.

NoteBase

문 4. 다음 중 엘니뇨 시기 열대 저위도 태평양 부근의 상황으로 가장 옳지 않은 것은?

① 동태평양의 용승이 평년에 비해 강해진다.
② 열대 태평양 표층에서 무역풍의 세기가 평년보다 약해진다.
③ 중태평양과 동태평양의 해수면 온도가 평년보다 높아진다.
④ 중태평양의 대류활동이 평년보다 강해진다.

정답 1번

출제 포인트

엘니뇨 때 무역풍, 용승, 해수면 온도, 대류 활동이 평년과 비교하여 어떻게 달라지는지를 묻는 문제이다.

핵심 개념

엘니뇨는 무역풍이 평년보다 약해지면서 중·동태평양의 해수면 온도가 평년보다 높아지는 현상이다.
동태평양에서는 찬 심층수가 올라오는 용승이 약해지고, 따뜻한 해역을 따라 대류 활동의 중심도 평년보다 동쪽으로 이동한다.

선지별 해설

① X — 틀린 표현은 '동태평양의 용승이 평년에 비해 강해진다'이다. 엘니뇨 때에는 무역풍이 약해져 동태평양의 용승이 평년보다 약해진다.
② O — 엘니뇨 때에는 열대 태평양 표층의 동풍인 무역풍이 평년보다 약해진다.
③ O — 약해진 무역풍 때문에 서태평양의 따뜻한 표층수가 동쪽으로 퍼지므로 중태평양과 동태평양의 해수면 온도가 평년보다 높아진다.
④ O — 따뜻한 해수는 상승기류와 적운 대류를 촉진하므로, 해수면 온도가 높아진 중태평양에서는 대류 활동이 평년보다 강해진다.

오답 포인트

①의 '용승이 강해진다'는 라니냐의 특징과 뒤바꾼 표현이다. 엘니뇨에서는 무역풍 약화와 동태평양 용승 약화가 함께 나타난다.

다시 나오면 이렇게 판단

엘니뇨 문항에서는 '무역풍 약화 → 동태평양 용승 약화 → 중·동태평양 해수면 온도 상승 → 대류 활동의 동쪽 이동'의 연결 관계로 각 선지를 판단한다.

암기 포인트

엘니뇨는 무역풍 약화, 용승 약화, 중·동태평양 수온 상승이다.

NoteBase

문 5. 다음 중 단일세포뇌우(single cell thunderstorm)의 발달 과정에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 적운단계에는 강한 상승기류로 구름상부 높이가 급격히 증가한다.
② 상승운동이 있을 때 결빙고도 위에서 과냉각수적이 존재할 수 있다.
③ 뇌우 내부의 하강운동은 상승운동을 강화하는 역할을 한다.
④ 주변공기의 유입(entrainment)은 뇌우의 성장과 소멸에 중요한 역할을 한다.

정답 3번

출제 포인트

단일세포뇌우의 적운단계·성숙단계·소멸단계에서 상승기류와 하강기류가 어떻게 변하는지를 묻는 문제이다.

핵심 개념

적운단계는 상승기류가 지배하여 구름이 빠르게 연직 발달하는 단계이다. 성숙단계에는 상승기류와 하강기류가 함께 존재하며 강수가 가장 활발하다. 소멸단계에는 하강기류가 우세해져 수증기 공급과 상승운동이 약해지면서 뇌우가 쇠퇴한다.

선지별 해설

① O — 적운단계에는 강한 상승기류가 구름 입자를 위로 운반하므로 구름상부의 높이가 빠르게 증가한다.
② O — 상승기류는 물방울을 결빙고도 위로 빠르게 운반할 수 있으므로, 온도가 0°C보다 낮은 곳에서도 얼지 않은 과냉각수적이 존재할 수 있다.
③ X — 틀린 표현은 '하강운동은 상승운동을 강화한다'이다. 실제로 하강운동은 강수 입자를 아래로 운반하고 증발냉각된 공기를 하강시키며, 상승기류와 수증기 공급을 약화하여 뇌우의 소멸을 촉진한다.
④ O — 주변 공기의 유입은 구름 내부 공기와의 혼합을 일으켜 부력과 수분량을 바꾸고, 특히 건조 공기의 유입은 증발냉각과 하강기류를 촉진한다. 따라서 유입은 뇌우의 성장 정도와 소멸 과정에 모두 중요한 영향을 준다.

오답 포인트

③은 뇌우 안에서 상승기류와 하강기류가 함께 나타날 수 있다는 사실을 두 기류가 서로 강화한다는 뜻으로 바꾼 함정이다. 두 기류는 성숙단계에 공존하지만, 하강기류가 넓어지고 우세해지면 상승기류는 약화되고 뇌우는 소멸한다.

다시 나오면 이렇게 판단

기류의 우세 여부로 단계를 구분한다. 상승기류만 지배하면 적운단계, 상승·하강기류가 공존하면 성숙단계, 하강기류가 지배하면 소멸단계이다.

NoteBase

암기 포인트

적운은 상승, 성숙은 상승과 하강의 공존, 소멸은 하강의 지배이다.

NoteBase

문 6. 다음 중 레일리(Rayleigh) 산란에 관한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 입사되는 복사파의 파장이 산란 입자 크기의 약 1/10 이하일 때 주로 나타나는 산란을 말한다.
② 지구의 하늘이 푸른색을 띠게 한다.
③ 복사파의 입사방향에 대해 주로 전방과 후방으로 산란된다.
④ 가시광선 영역에서는 파장이 길수록 산란이 잘 일어난다.

정답 1, 4번

출제 포인트

레일리 산란이 잘 일어나는 입자 크기 조건, 산란 방향, 파장에 따른 산란 강도의 차이를 묻는 문제이다.

핵심 개념

레일리 산란은 산란 입자의 크기가 입사파의 파장보다 매우 작을 때 나타나는 산란이다. 보통 입자 크기가 파장의 약 1/10 이하인 경우로 설명하며, 산란 강도는 파장의 네제곱에 반비례하여 짧은 파장일수록 강하게 산란된다. 산란은 입사 방향을 기준으로 전방과 후방에서 강하고, 직각 방향에서 약하다.

선지별 해설

① X — '복사파의 파장이 산란 입자 크기의 약 1/10 이하'라는 크기 관계가 반대로 되어 있다. 올바르게는 산란 입자의 크기가 입사 복사파 파장의 약 1/10 이하일 때 레일리 산란이 주로 나타난다.
② O — 대기 분자에 의한 레일리 산란은 짧은 파장의 가시광선을 더 강하게 산란시키므로 지구의 하늘이 푸른색으로 보이는 현상을 설명한다.
③ O — 레일리 산란의 각도별 강도는 입사 방향의 전방과 그 반대인 후방에서 크고, 입사 방향에 수직인 방향에서 작다. 따라서 주로 전방과 후방으로 산란된다는 설명은 옳다.
④ X — '파장이 길수록 산란이 잘 일어난다'는 표현이 반대이다. 올바르게는 가시광선 영역에서 파장이 짧을수록 레일리 산란이 강하게 일어난다.

오답 포인트

①은 '파장이 입자보다 작다'고 관계를 뒤집었고, ④는 '긴 파장이 더 잘 산란된다'고 파장 의존성을 뒤집었다. 입자 크기 조건과 파장별 산란 강도를 서로 다른 기준으로 구분해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 입자가 파장보다 매우 작은지를 확인한 뒤, 파장별 강도는 짧을수록 강하다는 기준을 적용한다. 방향을 묻는 경우에는 전방·후방이 강하고 직각 방향이 약하다고 판단한다.

NoteBase

암기 포인트

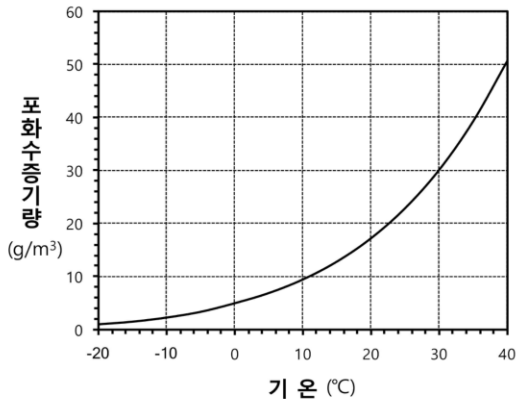
작은 입자, 짧은 파장 강산란, 전방·후방 강산란이 레일리 산란의 핵심이다.

NoteBase

문 7. 현재 공기의 상태가 <보기>와 같을 때, 기온이 감소하기 시작하여 이슬이 형성되기 시작할 때의 기온을 아래 그림을 통해 추정한 것으로 옳은 것은? (단, 외부와의 수증기 출입은 없다.)

< 보 기 >

기온 30℃, 상대습도 50%



① 약 24℃ ② 약 18℃ ③ 약 12℃ ④ 약 6℃

정답 2번

출제 포인트

상대습도로 현재 공기의 실제 수증기량을 구한 뒤, 포화 수증기량 곡선에서 그 값과 같아지는 기온인 이슬점을 찾는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 기온은 30 ° C, 상대습도는 50%이고 외부와의 수증기 출입은 없다.
그래프에서 30 ° C의 포화 수증기량은 약 $30g/m^3$이다.
구해야 할 값: 공기가 냉각될 때 실제 수증기량과 포화 수증기량이 같아져 이슬이 생기기 시작하는 기온이다.

사용할 공식

상대습도(\%)=실제 수증기량포화 수증기량×100
따라서 실제 수증기량=포화 수증기량×상대습도100이다. 외부와 수증기 출입이 없으므로 이슬이 생기기 전까지 실제 수증기량은 일정하고, 포화 수증기량이 이 값까지 감소하는 기온이 이슬점이 된다.

NoteBase

계산 과정

1. 30 ° C에서 포화 수증기량은 그래프상 약 $30g/m^3$이다.
2. 실제 수증기량은 $30g/m^3 \times 0.50 = 15g/m^3$이다.
3. 그래프에서 포화 수증기량이 약 $15g/m^3$이 되는 기온을 찾으면 약 18 ° C이다. 따라서 이슬이 형성되기 시작하는 기온은 약 18 ° C이다.

선지 판단

① X — 약 24 ° C에서는 포화 수증기량이 $15g/m^3$보다 커 아직 포화되지 않는다. '약 24 ° C'는 '약 18 ° C'로 고쳐야 한다.
② O — 약 18 ° C에서 포화 수증기량이 실제 수증기량인 약 $15g/m^3$과 같아져 이슬이 형성되기 시작한다.
③ X — 약 12 ° C에 도달하기 전에 이미 약 18 ° C에서 응결이 시작된다. '약 12 ° C'는 '약 18 ° C'로 고쳐야 한다.
④ X — 약 6 ° C에 도달하기 전에 이미 약 18 ° C에서 응결이 시작된다. '약 6 ° C'는 '약 18 ° C'로 고쳐야 한다.

오답 포인트

상대습도 50%를 기온에 곱하거나, 30 ° C의 절반인 15 ° C를 바로 이슬점으로 판단하면 안 된다. 50%는 포화 수증기량에 대한 실제 수증기량의 비율이므로, 먼저 실제 수증기량을 구하고 그 수평값이 곡선과 만나는 기온을 읽어야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

현재 기온의 포화 수증기량을 그래프에서 읽고, 상대습도를 곱해 실제 수증기량을 구한 다음, 그 수증기량과 포화 수증기량이 같아지는 기온을 곡선에서 역으로 찾는다.

암기 포인트

이슬점은 '실제 수증기량을 유지한 채 냉각할 때 포화되는 기온'이다.

NoteBase

문 8. 실제 대기에서 물의 상변화와 관련한 설명으로 가장 옳지 않은 것은?

① 대기 중 수증기의 응결은 상대습도가 100% 이하일 때에도 발생한다.
② 서리점 온도는 등압과정에서 불포화 상태의 공기가 냉각되어 얼음에 대해 포화가 되는 온도이다.
③ 서리는 수증기의 응결에 의해서 형성된 수적이 얼어서 형성되는 것이다.
④ 언 이슬은 기온이 빙점 이하로 내려가서 이슬이 얼어 작은 얼음구슬이 되는 것이다.

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 실제 대기에서 일어나는 응결·승화·결빙을 구분하고, 서리점·서리·언 이슬의 형성 과정을 판단하는 문제이다.

핵심 개념

응결은 수증기가 액체 물방울로 변하는 과정이며, 실제 대기에서는 흡습성 응결핵의 영향으로 상대습도가 100%에 이르기 전에도 일어날 수 있다.
서리점은 공기를 냉각할 때 얼음에 대해 포화되는 온도이다.
서리는 수증기가 액체 상태를 거치지 않고 얼음 결정으로 직접 승화하여 생기며, 언 이슬은 먼저 맺힌 이슬이 얼어서 생긴다.

선지별 해설

① O — 실제 대기에서는 흡습성 응결핵 주위에 물 분자가 모일 수 있으므로 상대습도가 100% 이하인 상태에서도 응결이 시작될 수 있다.
② O — 불포화 공기를 냉각하여 얼음에 대해 포화되는 온도가 서리점이다.
③ X — 틀린 표현은 '수증기의 응결에 의해 형성된 수적이 얼어서'이다. 서리는 수증기가 지표면이나 물체 표면에서 액체 물방울을 거치지 않고 얼음 결정으로 직접 승화하여 형성된다. 수적이 먼저 생긴 뒤 어는 현상은 서리의 형성 과정이 아니다.
④ O — 기온이 빙점 이하로 내려가 이미 맺힌 이슬이 얼면 작은 얼음구슬 형태의 언 이슬이 된다.

오답 포인트

③의 '응결한 수적이 얼어서'라는 표현이 함정이다. 서리는 기체에서 고체로 직접 변하는 승화이고, 언 이슬은 액체 이슬이 얼어 고체가 되는 결빙이다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

형성 과정에서 액체 상태를 거치는지를 확인한다. 수증기가 곧바로 얼음 결정이 되면 서리이고, 먼저 이슬이 맺힌 뒤 얼면 언 이슬이다.

암기 포인트

서리: 수증기→얼음의 직접 승화, 언 이슬: 이슬→얼음의 결빙이다.

NoteBase

문 9. 다음 중 태풍에 대한 설명으로 가장 옳지 않은 것은?

① 태풍의 가장 큰 에너지원은 수증기 응결로 발생하는 잠열이다.
② 태풍이 바다를 지나갈 때 해수면 온도는 변하지 않는다.
③ 기후학적으로 태풍은 열대 지방의 잉여에너지를 고위도 지방으로 전달해주는 역할을 한다.
④ 태풍의 중심에서는 하강기류가 존재하기도 한다.

정답 2번

출제 포인트

태풍의 에너지원, 해양에 미치는 영향, 열 수송 역할, 중심부의 기류 구조를 정확히 이해하는지를 묻는 문제이다.

핵심 개념

태풍은 따뜻한 바다에서 공급된 수증기가 응결할 때 방출하는 잠열을 주된 에너지원으로 발달하는 열대저기압이다. 태풍이 지나가면 강한 바람이 바닷물을 섞고 차가운 하층수를 끌어올리며 증발도 활발하게 하므로 해수면 온도가 대체로 낮아진다. 또한 열대의 에너지를 고위도로 옮기고, 태풍의 눈에서는 하강기류가 나타날 수 있다.

선지별 해설

① O — 태풍의 주된 에너지원은 따뜻한 바다에서 공급된 수증기가 응결할 때 방출되는 잠열이다.
② X — 틀린 표현은 '해수면 온도는 변하지 않는다'이다. 실제로는 태풍의 강풍에 의한 해수 혼합과 차가운 하층수의 용승, 증발 냉각 때문에 태풍이 지나간 뒤 해수면 온도가 대체로 낮아진다.
③ O — 태풍은 열대 해양에서 얻은 에너지를 중위도와 고위도 쪽으로 운반하여 지구의 남북 에너지 불균형을 줄이는 역할을 한다.
④ O — 태풍의 중심에 있는 눈에서는 공기가 하강할 수 있어, 주변의 눈벽보다 구름이 적고 비교적 맑고 약한 바람이 나타난다.

오답 포인트

태풍이 바다에서 에너지를 얻는다는 사실만 떠올리면 태풍 통과 뒤에도 해수면 온도가 그대로라고 생각하기 쉽다. 그러나 ②의 '변하지 않는다'가 함정이며, 태풍은 강한 혼합·용승·증발을 일으켜 지나간 해역에 낮은 수온의 흔적을 남긴다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

태풍 문항에서는 '발달 전에는 따뜻한 바다에서 잠열을 공급받고, 통과 뒤에는 혼합·용승·증발 냉각으로 해수면을 식힌다'는 시간 순서로 판단한다. 중심 구조를 물으면 눈의 하강기류와 눈벽의 강한 상승기류를 구분한다.

암기 포인트

태풍은 잠열로 성장하고, 지나간 바다는 식으며, 눈에는 하강기류가 나타난다.

NoteBase

문 10. 다음 중 습윤공기덩이에 관한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 습윤공기덩이의 압력은 건조공기덩이의 압력과 수증기압의 합이다.
② 비습(specific humidity)은 혼합비(mixing ratio)보다 작다.
③ 포화된 공기덩이에서는 증발과 응결이 발생하지 않는다.
④ 포화수증기압은 클라우시우스-클라페이론(Clausius-Clapeyron) 관계식에서 얻을 수 있다.

정답 3번

출제 포인트

습윤공기의 압력 구성, 비습과 혼합비의 관계, 포화 상태의 동적 평형, 포화수증기압의 온도 의존성을 구별하는 문제이다.

핵심 개념

습윤공기: 건조공기와 수증기가 섞인 공기이며, 전체 압력은 각 성분의 분압을 합한 값이다.
비습: 습윤공기 전체 질량에 대한 수증기 질량의 비이고, 혼합비는 건조공기 질량에 대한 수증기 질량의 비이다. 따라서 같은 공기에서는 비습이 혼합비보다 작다.
포화 상태: 주어진 온도에서 수증기량이 포화값에 이른 상태이다. 평형 상태에서도 증발과 응결 자체는 계속되며 두 과정의 속도가 같아 순변화가 없을 뿐이다.
포화수증기압: 주어진 온도에서의 포화 상태가 갖는 수증기 분압이며, 온도와의 관계는 클라우지우스-클라페이론 관계식으로 나타낼 수 있다.

선지별 해설

① O — 달톤의 분압 법칙에 따라 습윤공기의 전체 압력은 건조공기의 분압과 수증기압의 합이다. 즉, $p = p_d + e$ 이다.

② O — 수증기 질량을 m_v, 건조공기 질량을 m_d라 하면 비습은 $q = m_v/(m_d + m_v)$, 혼합비는 $r = m_v/m_d$ 이다. 분모에 수증기 질량까지 포함하는 비습이 혼합비보다 작으며, $q = r/(1 + r)$의 관계가 성립한다.

③ X — 틀린 부분은 '증발과 응결이 발생하지 않는다'이다. 포화 상태는 두 과정이 멈춘 상태가 아니라 증발률과 응결률이 같은 동적 평형 상태이다. 또한 공기덩이가 냉각되면 응결하고, 액체 물이 있는 상태에서 미포화되면 증발하여 포화 상태로 조정된다. 올바르게는 '포화된 공기덩이에서는 평형일 때 증발과 응결의 순효과가 0이다'이다.

④ O — 포화수증기압은 온도에 따라 변하며, 그 관계는 클라우지우스-클라페이론 관계식에서 구할 수 있다.

NoteBase

오답 포인트

③에서 ‘포화’를 ‘아무 변화도 없는 정지 상태’로 해석하기 쉽다. 포화 평형에서는 증발과 응결이 모두 일어나지만 속도가 같아 거시적인 순변화만 0이다.

다시 나오면 이렇게 판단

‘포화에서는 증발·응결이 없다’라는 표현이 나오면 과정 자체와 순효과를 구분한다. 과정은 계속되며 평형에서 두 속도가 같다는 기준으로 판단한다. 비습과 혼합비는 각각 ‘전체 습윤공기 질량’과 ‘건조공기 질량’을 분모로 둔다는 차이를 확인한다.

암기 포인트

전체 압력은 분압의 합, 비습은 혼합비보다 작음, 포화는 정지가 아니라 동적 평형이다.

NoteBase

문 11. 다음 중 겉보기 힘(apparent force)은?

① 원심력 ② 구심력 ③ 만유인력 ④ 마찰력

정답 1번

출제 포인트

겉보기 힘과 실제 상호작용으로 생기는 힘을 구분하는 문제이다.

핵심 개념

겉보기 힘은 가속하거나 회전하는 비관성 기준계에서 물체의 운동을 설명하기 위해 도입하는 힘으로, 물체 사이의 실제 상호작용으로 생기는 힘이 아니다. 원심력은 회전 기준계에서 회전축의 바깥쪽으로 작용하는 것처럼 나타나는 대표적인 겉보기 힘이다.

선지별 해설

① O — 원심력은 회전하는 기준계에서 바깥쪽으로 작용하는 것처럼 보이는 겉보기 힘이다.
② X — 틀린 표현은 '구심력'이다. 구심력은 물체가 원운동하도록 중심 방향으로 작용하는 실제 힘들의 합력이며, 겉보기 힘에 해당하는 것은 원심력이다.
③ X — 틀린 표현은 '만유인력'이다. 만유인력은 질량을 가진 두 물체 사이에 실제로 작용하는 인력이므로 겉보기 힘이 아니다. 올바르게는 회전 기준계에서 나타나는 원심력이 겉보기 힘이다.
④ X — 틀린 표현은 '마찰력'이다. 마찰력은 접촉한 두 물체 사이에서 상대 운동을 방해하는 방향으로 작용하는 실제 접촉력이므로 겉보기 힘이 아니다. 올바르게는 원심력이 겉보기 힘이다.

오답 포인트

원심력과 구심력은 모두 원운동과 관련되지만 성격이 다르다. 구심력은 중심 방향의 실제 합력이고, 원심력은 회전 기준계에서 바깥쪽으로 나타나는 겉보기 힘이다.

다시 나오면 이렇게 판단

힘이 물체 사이의 실제 상호작용에서 생기는지, 가속·회전하는 기준계에서 운동을 설명하려고 도입되는지를 판단한다. 후자라면 겉보기 힘이다.

암기 포인트

구심력은 중심 쪽 실제 합력, 원심력은 바깥쪽 겉보기 힘이다.

NoteBase

문 12. 다음 중 연속방정식(continuity equation)과 관련된 보존법칙은?

① 질량 보존법칙 ② 운동량 보존법칙
③ 각운동량 보존법칙 ④ 에너지 보존법칙

정답 1번

출제 포인트

연속방정식이 유체의 어떤 보존법칙을 수학적으로 나타내는지 묻는 문제이다.

핵심 개념

연속방정식은 유체가 흐르는 동안 질량이 새로 생기거나 사라지지 않는다는 질량 보존법칙을 나타낸다. 일반형은 $\frac{\partial \rho}{\partial t} + \nabla \cdot (\rho \mathbf{v}) = 0$이며, 정상 상태의 관을 지나는 흐름에서는 질량유량 $\rho A v$가 일정하다는 뜻이다.

선지별 해설

① O — 연속방정식은 검사체적에 들어오는 질량과 나가는 질량의 수지를 나타내므로 질량 보존법칙에 근거한다.
② X — 틀린 부분은 '운동량 보존법칙'이다. 운동량 보존은 유체에 작용하는 힘과 운동량 변화의 관계를 다루는 운동량 방정식에 해당하며, 연속방정식은 질량 보존법칙에 해당한다.
③ X — 틀린 부분은 '각운동량 보존법칙'이다. 각운동량 보존은 회전 운동과 모멘트의 관계를 다루며, 연속방정식의 근거는 질량 보존법칙이다.
④ X — 틀린 부분은 '에너지 보존법칙'이다. 에너지 보존은 열·일·내부에너지·운동에너지 등의 수지를 다루는 에너지 방정식에 해당하며, 연속방정식은 질량 보존법칙을 나타낸다.

오답 포인트

유체역학에는 질량·운동량·에너지 보존식이 함께 등장하므로 서로 혼동하기 쉽다. 이 문항에서는 '연속'이라는 말이 유체 입자의 운동이 계속된다는 뜻이 아니라, 유입 질량과 유출 질량이 끊김 없이 수지 균형을 이룬다는 뜻이다.

다시 나오면 이렇게 판단

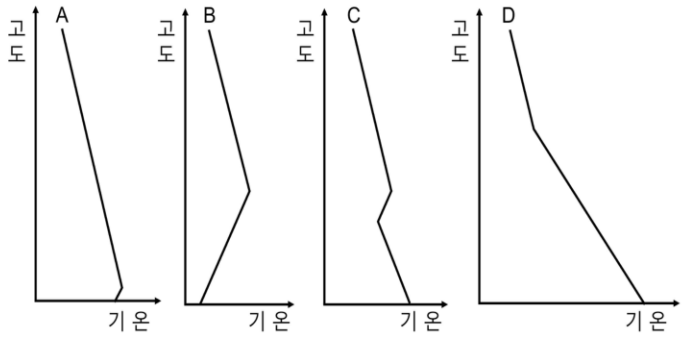
유량, 밀도, 단면적, 유속의 관계를 묻는 연속방정식은 질량 보존으로 판단한다. 힘과 가속도는 운동량 보존, 열과 일은 에너지 보존, 회전과 모멘트는 각운동량 보존으로 구분한다.

암기 포인트

연속방정식은 질량의 연속성, 즉 질량 보존이다.

NoteBase

문 13. 아래 그림은 어느 지역에서 복사역전층의 변화과정을 순서대로 나타낸 것이다. 이에 대한 설명으로 옳은 것을 <보기>에서 모두 고른 것은?



< 보 기 >

ㄱ. 역전층의 두께는 B에서 가장 크다.
ㄴ. C에서 복사역전층의 소멸과정은 난류와 관련이 있다.
ㄷ. 복사역전층의 생성과정은 하늘 상태와 관련이 있다.

① ㄱ, ㄴ ② ㄱ, ㄷ ③ ㄴ, ㄷ ④ ㄱ, ㄴ, ㄷ

정답 4번

출제 포인트

복사역전은 지표면의 복사 냉각으로 지표 부근의 기온이 그 위보다 낮아져, 고도가 높아질수록 기온이 오르는 층이 생기는 현상이다. 도식에서는 기온선이 고도가 높아지는 방향으로 오른쪽에 기울어진 구간이 역전층이며, B의 지표 역전이 C에서 아래쪽부터 소멸하는 과정을 읽는 것이 핵심이다.

선지별 해설

① X — ㄱ과 ㄴ은 옳지만 ㄷ도 옳으므로 두 문장만 고른 것이 틀리다. 올바르게는 'ㄱ, ㄴ, ㄷ이 모두 옳다'이다. B에서는 지표면부터 기온이 고도에 따라 상승하는 구간이 가장 두껍다. C에서는 지표 가열로 난류 혼합이 일어나 역전층이 아래쪽부터 소멸한다.

② X — ㄱ과 ㄷ은 옳지만 ㄴ도 옳으므로 ㄴ을 제외한 것이 틀리다. 올바르게는 'ㄱ, ㄴ, ㄷ이 모두 옳다'이다. C의 지표 부근에 다시 정상적인 기온 감소층이 나타나는 것은 난류 혼합에 의해 복사역전층이 아래쪽부터 해소되는 과정이다.

③ X — ㄴ과 ㄷ은 옳지만 ㄱ도 옳으므로 ㄱ을 제외한 것이 틀리다. 올바르게는 'ㄱ, ㄴ, ㄷ이 모두 옳다'이다. 도식에서 B의 역전 구간은 지표면에서 중간의 꺾이는 지점까지 이어져 C의 역전 구간보다 두껍다.

④ O — ㄱ, ㄴ, ㄷ이 모두 옳다. B에서 역전층 두께가 가장 크고, C의 소멸 과정에는 지표 가열에 따른 난류 혼합이 작용하며, 복사역전층의 생성은 맑은 하늘에서 강해지는 지표면의 복사 냉각과 관련된다.

NoteBase

오답 포인트

B와 C의 꺾인 모양만 보고 역전층 두께를 전체 기온선의 길이로 판단하기 쉽다. 역전층은 고도가 높아질수록 기온이 상승하는 구간만 가리킨다. 또한 C의 지표 부근 정상 기온감률은 지표 가열과 난류 혼합으로 역전이 아래쪽부터 소멸한 결과이다.

다시 나오면 이렇게 판단

세로축을 따라 위로 올라가면서 기온선이 오른쪽으로 향하는 구간을 역전층으로 찾고 그 수직 범위로 두께를 비교한다. 지표 냉각은 역전층을 만들고, 일출 뒤 지표 가열과 난류 혼합은 역전층을 아래쪽부터 해소한다.

암기 포인트

맑은 밤의 지표 복사 냉각은 복사역전을 만들고, 낮의 지표 가열과 난류 혼합은 이를 아래쪽부터 없앤다.

NoteBase

문 14. 북반구에서의 순압대기 잠재와도 보존 방정식에 대한 설명으로 옳지 않은 것은? (단, f는 행성와도, ζ는 상대와도, H는 순압대기의 깊이)

$$\frac{d}{dt}\left(\frac{f+\zeta}{H}\right)=0$$

① 순압대기 잠재와도는 모든 지점에서 시간에 따라 변하지 않는다.
② H가 변하면 행성와도와 상대와도의 합이 변한다.
③ H가 고정된 상태에서 공기기둥이 북진하면 상대와도가 감소한다.
④ H가 고정된 상태에서 상대와도가 변하게 되면 남북방향 움직임이 유도된다.

정답 1번

출제 포인트

순압대기의 잠재와도 $q=(f+\zeta)/H$가 이동하는 공기덩이를 따라 보존된다는 뜻과, f, ζ, H 사이의 보상 관계를 묻는 문제이다.

핵심 개념

잠재와도 보존은 $\frac{d}{dt}\left(\frac{f+\zeta}{H}\right)=0$으로 나타낸다. 이는 한 공기덩이를 따라가며 본 $(f+\zeta)/H$가 일정하다는 뜻이지, 공간의 모든 고정 지점에서 그 값이 시간에 따라 변하지 않는다는 뜻은 아니다.
H가 일정하면 절대와도 $f+\zeta$가 일정해야 한다. 북반구에서는 북쪽으로 갈수록 행성와도 f가 커지므로, 북진하는 공기덩이의 상대와도 ζ는 감소한다.

선지별 해설

① X — 틀린 표현은 '모든 지점에서 시간에 따라 변하지 않는다'이다. 잠재와도는 공간의 각 고정 지점에서 항상 일정한 것이 아니라, 마찰 등의 영향이 없는 조건에서 각 공기덩이가 이동하는 동안 보존된다.
② O — 잠재와도 $(f+\zeta)/H$가 일정하므로 H가 변하면 같은 비율을 유지하기 위해 분자인 행성와도와 상대와도의 합 $f+\zeta$도 변한다.
③ O — H가 고정되면 $f+\zeta$가 일정하다. 공기기둥이 북진하면 f가 증가하므로 이를 보상하기 위해 ζ는 감소한다.
④ O — H가 고정된 상태에서 ζ가 변하면 $f+\zeta$를 일정하게 유지하도록 f가 반대 방향으로 변해야 한다. f는 위도에 따라 달라지므로 공기덩이의 남북방향 이동이 수반된다.

NoteBase

오답 포인트

①의 '모든 지점'이 함정이다. 보존식의 시간미분은 이동하는 공기덩이를 따라 추적하는 관점이므로, 이를 고정된 지점에서의 시간 불변으로 해석하면 안 된다. 또한 H가 일정할 때 보존되는 것은 ζ만이 아니라 절대와도 $f+\zeta$이다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 보존 대상을 $(f+\zeta)/H$로 묶어 본다. H가 변하면 분자 $f+\zeta$가 함께 변하고, H가 일정하면 f와 ζ가 서로 반대로 변한다. 북진에서는 f 증가·ζ 감소, 남진에서는 f 감소·ζ 증가로 판단한다.

암기 포인트

잠재와도는 공기덩이를 따라 보존된다. H 고정이면 $f+\zeta$ 고정, 북진이면 $f\uparrow\cdot\zeta\downarrow$이다.

NoteBase

문 15. 다음 중 북반구에서의 경도풍에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 경도풍은 원심력, 전향력, 기압경도력의 균형에 의한 바람이다.
② 정상고기압(regular high)에서의 경도풍의 경우 기압경도력이 전향력보다 크다.
③ 정상저기압(regular low)의 경우 지균풍이 경도풍보다 속력이 크다.
④ 등압선의 모양과 기압경도력이 같은 경우 고기압의 경도풍이 저기압의 경도풍보다 강하다.

정답 2번

출제 포인트

북반구의 저기압성·고기압성 경도풍에서 기압경도력, 전향력, 원심력의 방향과 크기 관계를 구분하는 문제이다.

핵심 개념

경도풍은 곡선 등압선을 따라 부는 바람으로, 기압경도력·전향력·원심력의 균형으로 나타난다. 북반구의 저기압성 경도풍에서는 안쪽을 향하는 기압경도력이 바깥쪽을 향하는 전향력과 원심력의 합과 균형을 이루므로 기압경도력이 전향력보다 크고, 풍속은 지균풍보다 작다. 정상고기압의 경도풍에서는 안쪽을 향하는 전향력이 바깥쪽을 향하는 기압경도력과 원심력의 합과 균형을 이루므로 전향력이 기압경도력보다 크고, 풍속은 지균풍보다 크다.

선지별 해설

① O — 경도풍은 기압경도력, 전향력, 원심력의 벡터 합이 0이 되는 힘의 균형으로 부는 바람이다.
② X — 틀린 표현은 '기압경도력이 전향력보다 크다'이다. 정상고기압에서는 전향력이 기압경도력과 원심력의 합을 안쪽 방향에서 상쇄하므로, 올바르게는 '전향력이 기압경도력보다 크다'이다.
③ O — 정상저기압에서는 기압경도력의 일부가 원심력과 균형을 이루기 때문에 전향력이 지균풍 때보다 작고, 이에 대응하는 경도풍의 속력도 지균풍보다 작다.
④ O — 등압선의 모양과 기압경도력이 같으면 정상고기압의 경도풍은 지균풍보다 빠르고 정상저기압의 경도풍은 지균풍보다 느리므로, 고기압의 경도풍이 저기압의 경도풍보다 강하다.

오답 포인트

②는 고기압과 저기압의 힘의 대소 관계를 뒤바꾼 선지이다. 북반구 정상고기압에서는 기압경도력과 원심력이 모두 바깥쪽을 향하므로, 이를 상쇄하는 안쪽 방향의 전향력이 기압경도력 하나보다 커야 한다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 기압경도력의 방향을 정한 뒤 원심력은 항상 곡률 중심의 바깥쪽임을 적용한다. 저기압에서는 기압경도력이 전향력보다 크고 경도풍은 지균풍보다 느리며, 정상고기압에서는 전향력이 기압경도력보다 크고 경도풍은 지균풍보다 빠르다고 판단한다.

암기 포인트

북반구 경도풍은 저기압에서 기압경도력 우세·지균풍보다 느림, 정상고기압에서 전향력 우세·지균풍보다 빠름이다.

NoteBase

문 16. 다음 중 전향력에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 전향력은 동일한 크기의 수평방향 운동에 대해 극지역에서 가장 강하다.
② 남반구에서 서쪽으로 움직이는 물체는 남쪽으로 편향된다.
③ 적도에서 연직방향의 운동은 전향력이 작용하지 않는다.
④ 북반구에서 연직방향으로 상승하는 물체는 서쪽으로 편향된다.

정답 3번

출제 포인트

지구 자전에 따른 전향력의 크기가 위도에 따라 어떻게 달라지는지와, 북반구·적도에서 운동 방향에 따라 물체가 어느 쪽으로 편향되는지를 묻는 문제이다.

핵심 개념

전향력은 회전하는 지구에서 움직이는 물체에 나타나는 겉보기 힘이며, 단위 질량당 가속도는 $\boldsymbol{a}_C = -2\boldsymbol{\Omega} \times \boldsymbol{v}$로 나타낸다. 수평운동에 대한 전향계수는 $f = 2\Omega\sin\phi$이므로 적도에서 0이고 극에서 가장 크다. 다만 이는 수평운동의 수평 편향에 관한 결과이며, 적도에서도 연직운동에는 전향력이 작용할 수 있다.

선지별 해설

① O — 같은 속력의 수평운동에 대한 전향력의 크기는 $|f| = 2\Omega|\sin\phi|$에 비례하므로 극지역에서 가장 크다.

② O — 북반구에서 수평으로 움직이는 물체는 진행 방향의 오른쪽으로 편향된다. 서쪽을 향할 때 오른쪽은 북쪽이므로 북쪽으로 편향된다.

③ X — 틀린 표현은 '적도에서 연직방향의 운동은 전향력이 작용하지 않는다'이다. 적도에서 0이 되는 것은 수평운동의 수평 전향 성분이다. 연직으로 움직이는 물체의 속도는 지구 자전축 방향과 나란하지 않으므로 전향력이 작용하며, 상승하는 물체는 서쪽으로 편향된다. 올바르게는 '적도에서도 연직방향으로 운동하는 물체에는 전향력이 작용한다'이다.

④ O — 북반구에서 상승하는 물체는 높이가 커질수록 지표보다 큰 동쪽 방향 속도를 가져야 하지만 각운동량 보존 때문에 이를 따라가지 못하므로 지표에 대해 서쪽으로 편향된다.

오답 포인트

③의 함정은 '적도에서는 전향력이 0이다'라는 수평운동 공식을 모든 방향의 운동에 그대로 적용하는 데 있다. 적도에서 수평 전향계수 f는 0이지만, 연직운동까지 전향력이 사라지는 것은 아니다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 운동이 수평인지 연직인지 구분한다. 수평운동이면 북반구에서는 진행 방향의 오른쪽으로 편향되고 $|f|$는 적도에서 0, 극에서 최대이다. 연직운동이면 수평 전향계수만으로 판단하지 않고 지구 자전축과 속도 벡터의 방향 관계를 확인한다.

암기 포인트

수평 전향력은 적도 0·극 최대, 북반구에서는 진행 방향의 오른쪽이다. 상승 운동은 서쪽으로 편향되며 적도에서도 예외가 아니다.

NoteBase

문 17. 다음 중 온도풍에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 온도풍 관계를 통해 한대제트가 대류권계면에서 나타나는 이유를 설명할 수 있다.
② 온도풍은 상층과 하층 사이의 평균 등온선에 나란하다.
③ 동쪽이 온난하고 서쪽이 한랭하면 온도풍은 북풍이 된다.
④ 온도풍 관계를 통해 바람의 연직분포로부터 수평온도 이류를 추정할 수 있다.

정답 3번

출제 포인트

온도풍이 실제 바람 자체가 아니라 두 등압면 사이의 지균풍 차이이며, 그 방향이 평균 등온선 및 수평 온도경도와 어떤 관계를 가지는지를 묻는 문제이다.

핵심 개념

온도풍은 상층 지균풍에서 하층 지균풍을 뺀 벡터로, 대기층의 수평 온도경도와 지균풍의 연직시어를 연결한다. 북반구에서 온도풍은 평균 등온선에 나란하며 진행 방향의 왼쪽에 찬 공기가 놓인다. 따라서 동쪽이 따뜻하고 서쪽이 차가우면 온도풍 벡터는 북쪽을 향하므로 풍향으로는 남풍이다.

선지별 해설

① O — 중위도의 큰 수평 온도경도는 온도풍 관계에 따라 지균풍의 강한 연직시어를 만들고, 고도가 높아질수록 상층 편서풍을 강화한다. 이 때문에 대류권계면 부근에서 풍속이 강한 한대제트가 형성되는 원리를 설명할 수 있다.

② O — 온도풍은 상층과 하층 사이 대기층의 평균 수평 온도경도에 의해 정해지며, 평균 등온선과 나란하게 분다. 북반구에서는 온도풍 진행 방향의 왼쪽에 찬 공기가 위치한다.

③ X — 틀린 표현은 '북풍'이다. 동쪽이 따뜻하고 서쪽이 차가우면 따뜻한 쪽이 동쪽에 있으므로 온도풍 벡터는 북쪽을 향한다. 바람은 불어오는 방향으로 이름을 붙이므로 올바른 표현은 '온도풍은 남풍이 된다'이다.

④ O — 바람의 세기와 방향이 고도에 따라 변하는 연직시어는 수평 온도경도와 연결된다. 북반구에서 바람이 고도에 따라 시계 방향으로 돌면 난기이류, 반시계 방향으로 돌면 한기이류의 신호가 되므로 바람의 연직분포에서 수평 온도이류를 추정할 수 있다.

NoteBase

오답 포인트

③에서 ‘북쪽을 향하는 벡터’와 ‘북풍’을 같은 뜻으로 혼동하기 쉽다. 바람의 명칭은 향하는 쪽이 아니라 불어오는 쪽을 기준으로 하므로, 북쪽을 향하는 바람은 남쪽에서 불어오는 남풍이다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 따뜻한 쪽과 찬 쪽을 표시한다. 북반구에서는 온도풍이 등온선과 나란하고 진행 방향의 왼쪽에 찬 공기가 오도록 방향을 정한 뒤, 벡터가 향하는 방향과 바람의 이름이 반대임을 적용한다.

암기 포인트

북반구 온도풍은 ‘찬 공기를 왼쪽에 두고 진행’하며, 북쪽을 향하면 남풍이다.

NoteBase

문 18. 다음 중 대기 대순환에 관한 설명으로 가장 옳지 않은 것은?

① 대류권에서의 평균자오면 순환은 남북으로 대칭이다.
② 열대지역 지표면에서 부는 바람은 평균적으로 동풍이다.
③ 중위도 제트는 여름철보다 겨울철에 더 강하다.
④ 해들리순환은 열적으로 직접적인 순환이다.

정답 1번

출제 포인트

대기 대순환을 구성하는 평균자오면 순환, 열대 지표풍, 중위도 제트, 해들리순환의 성질을 구별하는 문제이다.

핵심 개념

평균자오면 순환은 경도 방향으로 평균한 남북·연직 순환이며, 계절과 해륙 분포 등의 영향으로 두 반구가 완전히 대칭을 이루지 않는다.
열대 지표에서는 해들리순환의 하강 지점인 아열대 고압대에서 적도 저압대로 향하는 공기가 전향력의 영향을 받아 동풍 계열의 무역풍이 된다.
중위도 제트는 남북 온도 차와 연관된 강한 편서풍대이며, 일반적으로 남북 온도 경도가 큰 겨울철에 더 강하다.
해들리순환은 따뜻한 저위도에서 상승하고 상대적으로 찬 아열대에서 하강하므로 열적으로 직접적인 순환이다.

선지별 해설

① X — 틀린 표현은 '남북으로 대칭이다'이다. 실제 평균자오면 순환은 계절에 따라 순환 세포와 열대수렴대가 이동하고, 해륙 분포 등도 두 반구에서 다르므로 남북으로 완전히 대칭이지 않다. 올바르게는 '대류권의 평균자오면 순환은 두 반구에서 비대칭적으로 나타날 수 있다'이다.
② O — 열대 지표에서는 무역풍이 우세하며, 무역풍은 동쪽에서 서쪽으로 부는 동풍 계열이므로 평균적으로 동풍이라는 설명이 옳다.
③ O — 겨울에는 저위도와 고위도의 온도 차가 커져 중위도의 남북 온도 경도가 강화되므로 중위도 제트가 여름보다 강해진다.
④ O — 해들리순환은 따뜻한 적도 부근에서 상승하고 상대적으로 찬 아열대에서 하강하여 열에 의해 직접 구동되는 열적으로 직접적인 순환이다.

오답 포인트

이상화한 대순환 모식도에서 두 반구의 순환 세포가 비슷하게 그려지는 점이 함정이다. 실제 평균자오면 순환은 계절에 따른 태양 가열대의 이동과 반구별 해륙 분포 차이 때문에 완전한 남북 대칭이 아니다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

대순환 선지는 바람의 방향, 계절에 따른 남북 온도 경도, 공기의 상승·하강 위치를 차례로 확인한다. '완전히 대칭'과 같은 단정적 표현은 계절 이동과 반구 차이를 고려해 판단한다.

암기 포인트

열대 지표는 동풍, 중위도 제트는 겨울에 강함, 해들리는 열적으로 직접적, 실제 평균자오면 순환은 남북 비대칭이다.

NoteBase

문 19. 태양 표면에서 방출되는 복사속밀도(F_o)를 <보기>를 이용하여 옳게 표현한 것은?

< 보 기 >

F_s : 지구에 도달하는 태양복사속밀도
r : 태양 반지름
d : 지구 – 태양 간의 거리

① $F_o = F_s\left(\frac{r}{d}\right)$ ② $F_o = F_s\left(\frac{d}{r}\right)$

③ $F_o = F_s\left(\frac{r}{d}\right)^2$ ④ $F_o = F_s\left(\frac{d}{r}\right)^2$

정답 4번

출제 포인트

태양에서 방출된 총복사에너지가 거리에 따라 넓어지는 구의 표면에 분포한다는 점을 이용하여 태양 표면의 복사속밀도와 지구에 도달하는 복사속밀도의 관계를 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 지구에 도달하는 태양복사속밀도 F_s, 태양 반지름 r, 지구와 태양 사이의 거리 d이다.
구해야 할 값: 태양 표면에서 방출되는 복사속밀도 F_o이다.
주의할 조건: 같은 총복사에너지가 반지름의 제곱에 비례하는 구의 표면적에 퍼지므로 복사속밀도는 거리의 제곱에 반비례한다.

사용할 공식

태양의 총복사에너지가 보존되므로
$4\pi r^2 F_o = 4\pi d^2 F_s$
이다. 따라서
$F_o = F_s(\frac{d}{r})^2$
이다. 이 공식을 쓰는 이유는 태양 표면과 지구 궤도에서 같은 총복사에너지가 각각 반지름 r, d인 구면을 통과하기 때문이다.

계산 과정

1. 태양 표면을 통과하는 총복사에너지를 $4\pi r^2 F_o$로 나타낸다.
2. 지구 궤도에서 같은 총복사에너지를 $4\pi d^2 F_s$로 나타낸다.
3. 두 식을 같게 두고 F_o에 관하여 정리하면 $F_o = F_s(d/r)^2$이 된다.

NoteBase

선지 판단

① X — $F_o = F_s(r/d)$는 거리비의 방향이 반대이고 제곱도 빠져 있다. 틀린 표현 $F_s(r/d)$를 올바르게 고치면 $F_s(d/r)^2$이다.
② X — $F_o = F_s(d/r)$는 거리비의 방향은 맞지만 구의 표면적이 거리의 제곱에 비례한다는 점을 반영하지 않았다. 틀린 표현 $F_s(d/r)$를 올바르게 고치면 $F_s(d/r)^2$이다.
③ X — $F_o = F_s(r/d)^2$는 제곱은 반영했지만 거리비를 거꾸로 놓았다. 태양 표면의 복사속밀도는 지구에서의 값보다 커야 하므로, 틀린 표현 $F_s(r/d)^2$를 올바르게 고치면 $F_s(d/r)^2$이다.
④ O — 총복사에너지 보존식 $4\pi r^2 F_o = 4\pi d^2 F_s$을 정리한 $F_o = F_s(d/r)^2$과 일치한다.

오답 포인트

복사속밀도가 거리에 단순 반비례한다고 생각하면 ②를 고르게 된다. 그러나 복사는 구면 전체로 퍼지고 구의 표면적은 거리의 제곱에 비례하므로 반드시 거리비를 제곱해야 한다. 또한 $d > r$이므로 태양 표면의 F_o가 지구에서의 F_s보다 커야 한다는 대소 관계로 ①과 ③을 배제할 수 있다.

다시 나오면 이렇게 판단

중심에서 방사상으로 퍼지는 복사속밀도 문제에서는 먼저 4π R^2F=일정을 세운 뒤 두 위치의 거리 제곱을 교차하여 정리한다. 마지막에는 중심에 가까운 곳의 복사속밀도가 더 큰지 대소 관계를 검산한다.

암기 포인트

복사속밀도는 거리의 제곱에 반비례한다: $F \propto 1/R^2$.

NoteBase

문 20. 다음 중 태양과 지구의 복사에너지에 대한 설명으로 가장 옳지 않은 것은?

① 태양은 지구보다 복사에너지의 최댓값이 나타나는 파장이 짧다.
② 지구의 장파 복사량은 태양의 장파 복사량보다 크다.
③ 지구표면의 단파 복사 흡수율은 단파 복사 방출률과 같다.
④ 지구의 온도가 일정할 때, 지구에 흡수되는 태양복사에너지 양과 지구에서 우주로 방출되는 지구복사에너지 양은 같다.

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 태양복사와 지구복사의 파장 특성, 복사에너지의 크기, 흡수율과 방출률의 관계, 복사평형을 구분하는 문제이다.

핵심 개념

태양복사: 온도가 높은 태양이 방출하는 복사로, 에너지 최댓값이 나타나는 파장이 지구복사보다 짧다.
지구복사: 온도가 낮은 지구가 주로 적외선 영역에서 방출하는 장파복사이다.
온도가 높은 물체일수록 단위 면적에서 방출하는 복사에너지가 크고, 최대복사 파장은 짧다. 또한 같은 파장에서 물체의 흡수율과 방출률은 같으며, 지구의 온도가 일정하면 흡수한 태양복사에너지와 우주로 방출한 지구복사에너지가 같다.

선지별 해설

① O — 태양은 지구보다 온도가 훨씬 높다. 빈의 변위 법칙에 따라 온도가 높을수록 복사에너지의 최댓값이 나타나는 파장은 짧으므로 옳다.
② X — 틀린 표현은 '지구의 장파 복사량은 태양의 장파 복사량보다 크다'이다. 태양은 지구보다 온도가 훨씬 높아 같은 면적에서 방출하는 복사에너지가 훨씬 크며, 장파 영역에서도 태양의 방출량이 지구보다 작다고 할 수 없다. 올바르게는 '지구복사는 주로 장파복사이고 태양복사는 주로 단파복사이지만, 이것이 지구의 장파 복사량이 태양의 장파 복사량보다 크다는 뜻은 아니다'이다.
③ O — 키르히호프의 복사 법칙에 따라 같은 파장에서 물체의 흡수율과 방출률은 같다. 따라서 지구표면의 단파 복사 흡수율과 단파 복사 방출률이 같다는 설명은 옳다.
④ O — 지구의 온도가 일정하다는 것은 복사평형 상태라는 뜻이다. 따라서 지구가 흡수하는 태양복사에너지와 우주로 방출하는 지구복사에너지의 양은 같다.

NoteBase

오답 포인트

②는 ‘태양복사는 단파, 지구복사는 장파’라는 대표 파장 구분을 복사량의 대소 관계로 잘못 바꾼 선지이다. 주로 방출하는 파장대와 실제 방출량의 크기는 서로 다른 판단 기준이다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 온도로 최대복사 파장과 방출에너지 크기를 판단하고, 이어서 같은 파장의 흡수율·방출률 관계와 지구 온도가 일정할 때의 복사평형을 각각 구분한다. ‘주로 장파를 방출한다’는 사실만으로 장파 복사량이 더 크다고 판단하지 않는다.

암기 포인트

고온일수록 최대복사 파장은 짧고 방출에너지는 크다. 같은 파장에서는 흡수율과 방출률이 같고, 온도가 일정하면 흡수에너지와 방출에너지가 같다.

NoteBase