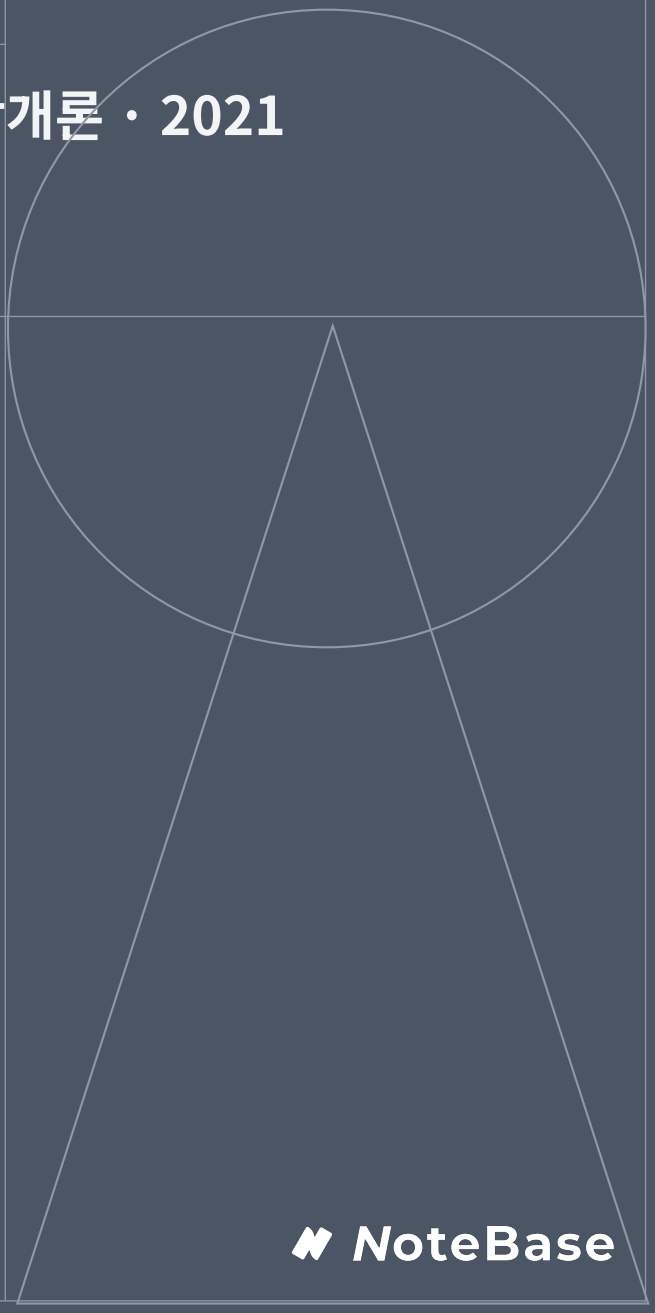
기출OX 해설집

공무원/기상직/9급 · 기상학개론 · 2021



NoteBase

기출OX 해설집

공무원/기상직/9급 · 기상학개론 · 2021

공무원/기상직/9급 · 기상학개론 · 2021

문 1. 지상일기도를 그릴 때 이용하는 기압으로 옳은 것은?

① 표준 기압(Standard pressure)
② 해면 기압(Sea-level pressure)
③ 관측소 기압(Station pressure)
④ 계기 압력(Gauge pressure)

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 지상일기도에 등압선을 그릴 때 각 관측소의 기압을 같은 기준면으로 보정해야 한다는 점을 묻는다.

핵심 개념

해면 기압: 관측소 기압을 평균 해수면 높이의 값으로 환산한 기압이다. 관측소마다 고도가 다르므로 지상일기도에서는 해면 기압을 사용해야 같은 기준에서 기압의 수평 분포를 비교할 수 있다.
표준 기압: 표준 대기의 기준이 되는 1013.25 hPa의 기압이다.
관측소 기압: 관측소의 실제 고도에서 직접 측정한 기압이다.
계기 압력: 대기압을 기준으로 나타낸 상대 압력으로, 절대압력과 대기압의 차이이다.

선지별 해설

① X — '표준 기압'은 틀린 표현이다. 표준 기압은 표준 대기의 기준값일 뿐, 지상일기도의 등압선을 그릴 때 사용하는 관측값이 아니다. 올바르게는 '해면 기압을 이용한다'이다.
② O — 해면 기압은 각 관측소의 기압을 평균 해수면 높이로 환산한 값이므로, 고도 차이의 영향을 줄이고 지역별 기압을 동일한 기준에서 비교하여 등압선을 그릴 수 있다.
③ X — '관측소 기압'은 틀린 표현이다. 관측소 기압은 관측소 고도의 영향을 받으므로 서로 다른 고도의 지점을 그대로 비교하기 어렵다. 올바르게는 '관측소 기압을 해면 높이로 보정한 해면 기압을 이용한다'이다.
④ X — '계기 압력'은 틀린 표현이다. 계기 압력은 대기압을 기준으로 한 상대 압력이며 지상일기도의 등압선 작성 기준이 아니다. 올바르게는 '해면 기압을 이용한다'이다.

NoteBase

오답 포인트

‘관측소에서 측정한 값이므로 관측소 기압을 쓴다’고 생각하기 쉽다. 그러나 관측소마다 고도가 달라 실제 측정값을 그대로 비교하면 고도에 따른 기압 차이가 섞이므로, 해면 높이로 환산한 값을 사용한다.

다시 나오면 이렇게 판단

여러 관측소의 기압을 한 지도에서 수평 비교하는 문제이면 기준 고도를 통일했는지 확인한다. 지상일기도의 등압선은 평균 해수면으로 보정한 해면 기압을 연결한다.

암기 포인트

지상일기도의 등압선은 관측소 기압이 아니라 해면 기압으로 그린다.

NoteBase

문 2. 중위도 지상기온에 대한 설명 중 가장 옳은 것은?

① 지상기온의 일교차는 맑은 날이 흐린 날보다 작은 경향이 있다.
② 바람이 없는 맑은 날 정오 무렵, 지표 부근의 기온은 지상 1m 높이의 기온보다 낮다.
③ 구름이 없는 맑은 날 하루 중 최저 기온은 보통 일출 전후에 나타난다.
④ 일반적으로 기온의 일교차는 지상에서부터 고도가 높아질수록 증가하는 경향이 있다.

정답 3번

출제 포인트

지표의 복사 가열·냉각을 바탕으로 맑고 흐린 날의 기온 일교차, 지표와 지상 공기의 온도 차, 최저 기온의 발생 시각, 고도에 따른 일교차 변화를 판단하는 문제이다.

핵심 개념

기온의 일교차는 하루의 최고 기온과 최저 기온의 차이다. 지표는 낮에는 일사로 가열되고 밤에는 지구복사로 냉각되며, 지상 부근의 공기는 지표와의 열 교환으로 기온이 변한다. 맑은 날은 낮의 일사 가열과 밤의 복사 냉각이 모두 강하여 흐린 날보다 일교차가 크고, 이러한 지표의 영향은 고도가 높아질수록 약해진다.

선지별 해설

① X — 틀린 표현은 '맑은 날이 흐린 날보다 작다'이다. 구름은 낮에는 일사를 차단하고 밤에는 지표의 복사 냉각을 줄이므로 흐린 날의 일교차가 작다. 올바르게는 지상기온의 일교차는 맑은 날이 흐린 날보다 큰 경향이 있다고 해야 한다.
② X — 틀린 표현은 '정오 무렵 지표 부근의 기온은 지상 1m 높이의 기온보다 낮다'이다. 바람이 없는 맑은 날 정오 무렵에는 일사로 직접 가열된 지표에 가까울수록 온도가 높다. 올바르게는 지표 부근의 기온이 지상 1m 높이의 기온보다 높다고 해야 한다.
③ O — 구름이 없는 맑은 날에는 해가 뜬 뒤에도 한동안 지표가 방출하는 에너지가 흡수하는 태양에너지보다 많아 냉각이 계속될 수 있다. 따라서 하루 중 최저 기온은 보통 일출 직후에 나타난다.
④ X — 틀린 표현은 '고도가 높아질수록 증가한다'이다. 지표의 가열·냉각에 따른 영향은 지표 부근에서 가장 크고 위로 갈수록 약해진다. 올바르게는 일반적으로 기온의 일교차가 지상에서부터 고도가 높아질수록 감소하는 경향이 있다고 해야 한다.

NoteBase

오답 포인트

③에서 일출과 동시에 최저 기온이 끝난다고 단정하기 쉽지만, 일출 직후에도 지표의 에너지 손실이 유입보다 크면 냉각이 잠시 이어진다. 또한 ①에서는 구름이 밤의 복사 냉각을 억제한다는 점, ②와 ④에서는 지표가 기온 일변화의 출발점이라는 점을 놓치기 쉽다.

다시 나오면 이렇게 판단

맑고 바람이 약한 조건에서는 지표의 복사 가열·냉각이 강하다고 판단한다. 그 결과 맑은 날의 일교차는 크고, 낮에는 지표에 가까울수록 더 따뜻하며, 최저 기온은 대체로 일출 직후에 나타나고, 일교차는 고도가 높아질수록 작아진다.

암기 포인트

맑은 날은 큰 일교차, 낮에는 지표가 더 고온, 최저 기온은 일출 직후, 위로 갈수록 일교차 감소이다.

NoteBase

문 3. 다음 중 북반구 평균 동서 바람의 연직 분포에 대한 설명으로 옳은 것을 모두 고르면?

ㄱ. 겨울 반구의 중위도 대류권 제트류(Jet stream)는 여름 반구의 중위도 대류권 제트류에 비해 강도가 더 강하다.
ㄴ. 중위도에서 중간권(Mesosphere) 제트류는 여름과 겨울의 방향이 서로 반대이다.
ㄷ. 중간권 제트류는 대류권 제트류에 비해 강도가 더 강하다.

① ㄱ, ㄴ ② ㄱ, ㄷ
③ ㄴ, ㄷ ④ ㄱ, ㄴ, ㄷ

정답 4번

출제 포인트

북반구에서 계절과 고도에 따라 중위도 대류권 제트류와 중간권 제트류의 방향·강도가 어떻게 달라지는지를 묻는 문제이다.

핵심 개념

중위도 대류권 제트류: 대류권 상부에 형성되는 강한 편서풍대로, 겨울에는 적도와 극 사이의 온도 차가 커져 여름보다 강해진다.
중간권 제트류: 중간권의 강한 동서 바람대로, 계절에 따라 온도 분포가 바뀌므로 여름과 겨울의 풍향이 서로 반대가 된다. 또한 그 최대 풍속은 대류권 제트류보다 강하게 나타난다.
핵심 대비: 겨울 대류권 제트류는 여름보다 강하고, 중간권 제트류는 여름·겨울의 방향이 반대이며 대류권 제트류보다 강하다.

NoteBase

선지별 해설

① X
ㄱ과 ㄴ은 모두 옳지만, ㄷ도 옳으므로 옳은 설명을 모두 고른 조합이 아니다. ‘ㄱ, ㄴ’이 아니라 ‘ㄱ, ㄴ, ㄷ’으로 고쳐야 한다.

② X
ㄱ과 ㄷ은 모두 옳지만, 중간권 제트류의 여름과 겨울 방향이 반대라는 ㄴ도 옳다. ‘ㄱ, ㄷ’이 아니라 ‘ㄱ, ㄴ, ㄷ’으로 고쳐야 한다.

③ X
ㄴ과 ㄷ은 모두 옳지만, 겨울 반구의 중위도 대류권 제트류가 여름 반구보다 강하다는 ㄱ도 옳다. ‘ㄴ, ㄷ’이 아니라 ‘ㄱ, ㄴ, ㄷ’으로 고쳐야 한다.

④ O
ㄱ은 겨울철의 큰 남북 온도 차에 따른 대류권 제트류 강화, ㄴ은 계절에 따른 중간권 제트류의 풍향 역전, ㄷ은 중간권 제트류의 더 큰 강도를 각각 옳게 설명한다. 따라서 ㄱ, ㄴ, ㄷ을 모두 고른 ④가 정답이다.

오답 포인트

ㄱ·ㄴ·ㄷ 각각의 진위를 판단한 뒤 일부만 포함한 ①~③을 고르는 것이 함정이다. 특히 ‘중간권’의 바람을 대류권 제트류와 같은 방향·강도로 생각하면 ㄴ이나 ㄷ을 빠뜨리기 쉽다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 고도를 대류권과 중간권으로 나눈다. 대류권에서는 겨울철의 큰 남북 온도 차가 제트류를 강화한다는 점을 적용하고, 중간권에서는 계절이 바뀌면 풍향이 역전하며 바람의 최대 강도도 더 크다는 점을 적용한다.
마지막으로 조합형 선지는 참인 진술을 하나도 빠뜨리지 않았는지 확인한다.

암기 포인트

대류권 제트는 겨울이 더 강하고, 중간권 제트는 계절마다 방향이 반대이며 강도는 더 크다.

NoteBase

문 4. 다음 중 대기에서 물의 상태에 대한 설명으로 옳은 것을 모두 고르면?

ㄱ. 대기 중의 물은 0℃ 이하에서도 액체 상태로 존재할 수 있다.
ㄴ. 같은 영하의 온도에서 얼음에 대한 포화수증기압은 물에 대한 포화수증기압보다 크다.
ㄷ. 불포화상태의 두 공기덩이가 섞여도 포화상태의 공기가 될 수 있다.

① ㄱ, ㄴ ② ㄱ, ㄷ
③ ㄴ, ㄷ ④ ㄱ, ㄴ, ㄷ

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 영하의 대기에서 나타나는 과냉각 물방울, 물과 얼음에 대한 포화수증기압의 차이, 불포화 공기 혼합에 의한 포화 가능성을 묻는다.

핵심 개념

과냉각 물방울: 물이 어는점인 0 ° C 아래에서도 얼지 않고 액체로 존재하는 상태이다.
물과 얼음의 포화수증기압: 같은 영하의 온도에서는 물에 대한 포화수증기압이 얼음에 대한 포화수증기압보다 크다.
혼합에 의한 포화: 온도와 수증기량이 서로 다른 두 불포화 공기덩이가 섞이면 포화수증기압의 비선형적 온도 의존성 때문에 혼합 공기가 포화될 수 있다.

선지별 해설

① X — ㄱ은 옳지만 ㄴ이 틀리고 옳은 ㄷ이 빠져 있다. 틀린 조합 'ㄱ, ㄴ'은 'ㄱ, ㄷ'으로 고쳐야 한다.
② O — ㄱ과 ㄷ이 모두 옳고 ㄴ은 틀리므로 옳은 설명을 정확히 고른 조합이다.
③ X — ㄷ은 옳지만 ㄴ이 틀리고 옳은 ㄱ이 빠져 있다. 틀린 조합 'ㄴ, ㄷ'은 'ㄱ, ㄷ'으로 고쳐야 한다.
④ X — ㄱ과 ㄷ은 옳지만 ㄴ까지 포함한 점이 틀렸다. 틀린 조합 'ㄱ, ㄴ, ㄷ'은 'ㄱ, ㄷ'으로 고쳐야 한다.

NoteBase

오답 포인트

ㄴ의 비교 방향을 뒤집기 쉽다. 영하에서는 물에 대한 포화수증기압이 얼음에 대한 값보다 크므로 ㄴ은 틀리다. 또한 각각 불포화인 공기끼리 섞이면 항상 불포화일 것이라고 생각하기 쉽지만, 포화수증기압과 온도의 관계가 비선형이어서 혼합 후 포화에 이를 수 있으므로 ㄷ은 옳다.

다시 나오면 이렇게 판단

영하의 물 상태, 포화수증기압의 대소, 공기 혼합을 각각 따로 판정한다. 영하에서도 액체인 과냉각 물방울은 존재하며, 같은 영하에서는 물에 대한 포화수증기압이 얼음보다 크고, 두 불포화 공기의 혼합으로 포화가 가능하다.

암기 포인트

영하의 액체는 과냉각, 영하의 포화수증기압은 물이 얼음보다 큼, 불포화와 불포화의 혼합도 포화 가능이다.

NoteBase

문 5. 다음 그림은 중력파에 의해 형성된 구름의 모습이다. 이때 대기의 안정도에 대한 설명으로 옳은 것을 모두 고르면?



ㄱ. 건조단열감률은 주변기온감률보다 크다.
ㄴ. 대기는 안정한 상태에 있다.
ㄷ. 대기는 공기덩이의 연직운동을 돕는 방향으로 부력이 작용한다.

① ㄱ, ㄴ ② ㄱ, ㄷ
③ ㄴ, ㄷ ④ ㄱ, ㄴ, ㄷ

정답 1번

출제 포인트

사진처럼 구름 띠가 규칙적으로 반복되는 중력파 구름은 안정한 대기에서 공기덩이가 연직 변위 뒤 복원 부력에 의해 진동할 때 형성된다. 이때 대기의 안정 조건과 부력의 방향을 판단하는 문제이다.

선지별 해설

① O — ㄱ, ㄴ의 조합이다. 안정한 대기에서는 환경기온감률이 건조단열감률보다 작으므로 ㄱ이 옳고, 공기덩이의 연직 변위를 되돌리는 복원력이 작용하므로 ㄴ도 옳다.

② X — ㄱ은 옳지만 ㄷ이 틀리다. ㄷ의 '연직운동을 돕는 방향'이 잘못된 표현이며, 올바르게는 부력이 공기덩이의 연직운동을 방해하고 원래 고도로 되돌리는 방향으로 작용한다.

③ X — ㄴ은 옳지만 ㄷ이 틀리다. 안정한 대기에서 부력은 연직 변위를 더 키우는 것이 아니라 억제하는 복원력으로 작용하므로, 올바른 조합은 ㄴ, ㄷ이 아니라 ㄱ, ㄴ이다.

④ X — ㄱ과 ㄴ은 옳지만 ㄷ이 틀리므로 세 진술을 모두 고를 수 없다. ㄷ은 '연직운동을 돕는 방향'이 아니라 '연직운동을 방해하고 원래 위치로 되돌리는 방향'으로 고쳐야 한다.

NoteBase

오답 포인트

‘중력파’라는 이름 때문에 중력 또는 부력이 연직운동을 계속 돕는다고 판단하기 쉽다. 그러나 안정한 대기에서 공기덩이가 위아래로 움직일 수 있는 까닭은 부력이 변위를 키워서가 아니라, 변위와 반대 방향의 복원 부력이 공기덩이를 원래 위치 쪽으로 되돌려 진동시키기 때문이다. 따라서 ㄷ의 ‘돕는 방향’이 정답을 가르는 표현이다.

다시 나오면 이렇게 판단

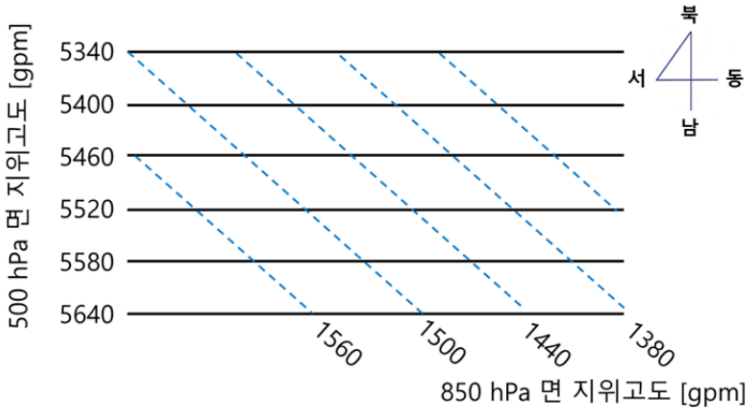
규칙적인 파동형 구름이나 중력파가 제시되면 먼저 안정한 대기를 떠올린다. 안정한 대기에서는 건조단열감률이 환경기온감률보다 크고, 연직으로 변위된 공기덩이에 변위와 반대 방향의 복원 부력이 작용한다고 판단한다.

암기 포인트

안정 대기: 건조단열감률 > 환경기온감률, 부력은 연직 변위의 반대 방향인 복원 방향이다.

NoteBase

문 7. 다음 그림은 북반구 중위도 지역에서 관측된 850hPa과 500hPa 면에서의 지위고도를 나타낸다. 다음 설명 중 가장 옳은 것은?



① 500~850hPa 사이의 층후(Thickness)는 서쪽이 동쪽보다 두껍다.
② 500~850hPa 사이의 온도풍은 북동풍이다.
③ 500~850hPa 사이의 바람은 높이에 따라 순전(Veering)한다.
④ 500~850hPa 사이에서는 한랭이류가 발생한다.

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 500*hPa*와 850*hPa* 등고도의 배치에서 층후의 수평 분포와 각 고도의 지균풍을 읽고, 온도풍·풍향의 고도 변화·온도이류를 연결하는 문제이다.

자료 읽는 순서

1. 실선은 500*hPa*, 파란 점선은 850*hPa* 등고도이며 단위는 *gpm*임을 확인한다.
2. 같은 500*hPa* 등고도에서 동쪽으로 갈수록 850*hPa* 고도가 낮아지므로 층후가 커지는 방향을 판단한다.
3. 북반구 지균풍은 진행 방향의 왼쪽에 낮은 고도가 놓이도록 등고도와 나란히 분다는 원리로 두 고도의 바람을 구한다.
4. 두 바람의 차로 온도풍과 풍향 회전을 판단하고, 바람이 얇고 찬 공기 쪽에서 두껍고 따뜻한 공기 쪽으로 부는지 확인한다.

NoteBase

핵심 근거

층후는 $Z_{500} - Z_{850}$이다. 같은 500*hPa* 등고도에서 동쪽으로 갈수록 850*hPa* 고도값이 1560에서 1380 쪽으로 낮아지므로 층후는 동쪽이 더 크고, 평균 기온도 동쪽이 더 높다. 또한 850*hPa* 지균풍은 북서풍, 500*hPa* 지균풍은 서풍이다. 따라서 고도에 따라 바람은 반시계 방향으로 반전하고, 온도풍은 남서풍이며, 하층의 북서풍은 찬 공기를 따뜻한 쪽으로 운반하므로 한랭이류가 발생한다.

선지별 해설

① X — 같은 500*hPa* 등고도에서 동쪽으로 갈수록 850*hPa* 고도가 낮아져 $Z_{500} - Z_{850}$가 커진다. '서쪽이 동쪽보다 두껍다'가 틀린 표현이며, 올바르게는 동쪽이 서쪽보다 두껍다.
② X — 850*hPa*의 북서풍과 500*hPa*의 서풍의 벡터 차인 온도풍은 북동쪽을 향하므로 풍향 명칭으로는 남서풍이다. '북동풍'이 틀린 표현이며, 올바르게는 온도풍은 남서풍이다.
③ X — 850*hPa*에서는 북서풍, 500*hPa*에서는 서풍이므로 고도가 높아질수록 풍향이 반시계 방향으로 변한다. '순전(Veering)'이 틀린 표현이며, 올바르게는 반전(Backing)한다.
④ O — 서쪽의 층후가 작아 더 차고 동쪽의 층후가 커 더 따뜻한데, 하층의 북서풍이 찬 공기를 남동쪽의 따뜻한 영역으로 운반한다. 따라서 500 ~ 850*hPa* 층에서는 한랭이류가 발생한다.

오답 포인트

층후를 각 등압면의 고도 자체와 혼동하면 ①을 반대로 판단하기 쉽다. 반드시 같은 위치에서 $Z_{500} - Z_{850}$를 비교해야 한다. 또한 온도풍 벡터가 북동쪽을 향한다는 말은 온도풍의 명칭이 북동풍이라는 뜻이 아니다. 바람은 불어오는 방향으로 이름을 붙이므로 북동쪽을 향하는 온도풍은 남서풍이다. ③의 '순전'도 풍향이 북서풍에서 서풍으로 반시계 회전한다는 점과 반대이다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 층후 $Z_{500} - Z_{850}$가 큰 쪽을 따뜻한 쪽으로 정한다. 다음으로 북반구에서는 낮은 고도가 바람의 왼쪽에 오도록 각 등압면의 지균풍을 그린다. 하층에서 상층으로 풍향이 시계 방향이면 순전과 난기이류, 반시계 방향이면 반전과 한랭이류로 연결한다.

암기 포인트

북반구에서 층후가 큰 쪽은 따뜻한 쪽이며, 고도에 따른 순전은 난기이류, 반전은 한랭이류와 연결된다.

NoteBase

문 8. 구름이 없을 때 장시간 평균값이 대류권 하부(지표 ~ 1km)보다 대류권 상부(9 ~ 10km)에서 크게 나타나는 변수로 옳은 것은?

① 기온
② 공기 밀도
③ 온위
④ 혼합비

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 대류권에서 고도가 높아질 때 기온·공기 밀도·온위·혼합비의 장시간 평균값이 어떻게 변하는지를 묻는 문제이다.

핵심 개념

온위는 공기덩이를 건조단열적으로 1000 hPa까지 옮겼다고 가정할 때의 온도이며, $\theta = T(p_0/p)^{R_d/c_p}$로 나타낸다. 대류권의 장시간 평균 상태는 대체로 정적으로 안정하므로 온위는 고도에 따라 증가한다. 반면 실제 기온과 공기 밀도는 고도가 높아질수록 감소하며, 수증기 혼합비도 수증기의 주 공급원이 지표 부근에 있고 상층 공기가 차기 때문에 대체로 감소한다.

선지별 해설

① X — 기온의 장시간 평균은 대류권에서 대체로 고도에 따라 낮아진다. 틀린 표현은 '대류권 상부에서 크게 나타난다'이며, 올바르게는 대류권 하부에서 더 크게 나타난다.
② X — 기압이 낮아지는 상층으로 갈수록 공기 밀도도 작아진다. 틀린 표현은 '대류권 상부에서 크게 나타난다'이며, 올바르게는 공기 밀도의 장시간 평균이 대류권 하부에서 더 크게 나타난다.
③ O — 장시간 평균한 대류권은 대체로 안정한 연직 성층을 이루므로 온위는 고도에 따라 증가한다. 따라서 온위의 평균값은 대류권 하부보다 9~10 km의 상부에서 더 크다.
④ X — 수증기는 주로 지표에서 공급되고 차가운 상층 공기는 포함할 수 있는 수증기량이 적으므로 혼합비는 고도에 따라 대체로 감소한다. 틀린 표현은 '대류권 상부에서 크게 나타난다'이며, 올바르게는 혼합비의 장시간 평균이 대류권 하부에서 더 크게 나타난다.

오답 포인트

실제 기온과 온위를 같은 개념으로 보는 것이 함정이다. 실제 기온은 대류권 상부로 갈수록 낮아지지만, 낮은 기압의 공기를 1000 hPa로 건조단열 압축해 환산한 온위는 안정한 평균 대기에서 높이와 함께 증가한다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

대류권의 평균 연직 분포에서는 '기온·밀도·수증기 혼합비는 위로 갈수록 감소하고, 안정도를 나타내는 온위는 위로 갈수록 증가한다'는 구분을 적용한다.

암기 포인트

대류권 평균: 기온·밀도·혼합비는 아래가 크고, 온위는 위가 크다.

NoteBase

문 9. 다음 중 강수발달과정에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 따뜻한 구름(Warm cloud)에서의 강수발달과정은 보통 물방울 간의 충돌 및 병합 과정으로 설명할 수 있다.
② 따뜻한 구름(Warm cloud)에서 강수발달 시 상승기류는 수적의 낙하속도를 일정하게 하여 수적크기를 성장시킨다.
③ 찬 구름(Cold cloud)에서의 강수발달과정은 보통 베르게론(Bergeron) 과정으로 설명할 수 있다.
④ 찬 구름(Cold cloud)에서 싸락눈은 보통 부착(Aggregation) 또는 상고대화(Riming) 과정을 거쳐 생성된다.

정답 2번

출제 포인트

따뜻한 구름과 찬 구름에서 강수 입자가 성장하는 과정의 차이를 묻는 문제이다. 따뜻한 구름에서는 물방울의 충돌·병합이, 찬 구름에서는 얼음입자와 과냉각 물방울이 관여하는 과정이 핵심이다.

핵심 개념

따뜻한 구름의 강수발달: 구름 전체가 주로 물방울로 이루어진 상태에서 크기가 다른 물방울들이 서로 다른 낙하속도로 충돌하고 합쳐지며 성장하는 과정이다. 키워드는 충돌·병합이다.
찬 구름의 강수발달: 얼음결정과 과냉각 물방울이 함께 존재하며, 얼음결정이 수증기를 받아 성장하는 베르게론 과정과 얼음입자의 부착·상고대화 등이 작용하는 과정이다. 키워드는 빙정 성장이다.
두 과정의 결정적 차이는 따뜻한 구름에서는 물방울끼리의 충돌·병합이 중심이고, 찬 구름에서는 얼음상이 관여한다는 점이다.

선지별 해설

① O — 따뜻한 구름에서는 큰 물방울이 작은 물방울보다 빠르게 낙하하면서 충돌하고 병합하여 빗방울로 성장하므로 옳다.
② X — 틀린 표현은 '상승기류는 수적의 낙하속도를 일정하게 하여 수적크기를 성장시킨다'이다. 수적의 종단낙하속도는 크기가 커질수록 증가하며, 이러한 크기별 낙하속도 차이 때문에 큰 물방울이 작은 물방울과 충돌·병합하여 성장한다. 따라서 올바르게는 '상승기류는 수적을 구름 속에 머물게 하여 성장을 도울 수 있지만, 수적의 낙하속도를 일정하게 하는 것이 성장 원리는 아니다'이다.
③ O — 찬 구름에서는 얼음에 대한 포화수증기압이 물에 대한 포화수증기압보다 낮아 과냉각 물방울이 증발하고 그 수증기가 얼음결정에 달라붙어 성장하는 베르게론 과정으로 강수발달을 설명할 수 있으므로 옳다.
④ O — 찬 구름의 싸락눈은 얼음입자들이 서로 붙는 부착이나 과냉각 물방울이 얼음입자 표면에 얼어붙는 상고대화를 거쳐 성장하므로 옳다.

NoteBase

오답 포인트

②는 상승기류가 수적을 구름 속에 오래 머물게 할 수 있다는 사실을 '수적의 낙하속도를 일정하게 한다'로 바꾸어 놓았다. 충돌·병합에는 오히려 물방울 크기에 따른 낙하속도 차이가 필요하다는 점이 함정이다.

다시 나오면 이렇게 판단

따뜻한 구름은 물방울 사이의 크기 차이와 낙하속도 차이에 따른 충돌·병합을 확인한다. 찬 구름은 얼음결정, 과냉각 물방울, 베르게론 과정, 부착, 상고대화와 같은 얼음상 관련 용어를 확인한다.

암기 포인트

따뜻한 구름은 물방울의 충돌·병합, 찬 구름은 빙정의 베르게론·부착·상고대화이다. 물방울의 속도 차이가 충돌을 만든다.

NoteBase

문 10. 같은 경도상의 북위 30도와 북위 35도에서 각각 서풍이 50m/s와 100m/s로 불고 있다. 이 두 바람에 의해 발생하는 상대 소용돌이도의 값과 회전 방향으로 옳은 것은? (단, 위도 1도의 거리는 100km이다.)

	(상대 소용돌이도의 값)	(회전 방향)
①	$-1\times10^{-4}\,s^{-1}$	시계 방향
②	$+1\times10^{-4}\,s^{-1}$	반시계 방향
③	$-3\times10^{-4}\,s^{-1}$	시계 방향
④	$+3\times10^{-4}\,s^{-1}$	반시계 방향

정답 1번

출제 포인트

남북 방향으로 동서풍의 풍속이 변할 때 상대 소용돌이도의 부호와 회전 방향을 판단하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 북위 30도에서 서풍 $u_1 = 50m/s$, 북위 35도에서 서풍 $u_2 = 100m/s$이다.
거리: 위도 차는 5도이고 위도 1도의 거리가 $100km$이므로 남북 거리는 $500km = 5\times10^5 m$이다.
구해야 할 값: 상대 소용돌이도와 회전 방향이다.
주의할 조건: 서풍은 동쪽으로 부는 바람이므로 동서풍 성분 u를 양수로 두며, 북쪽 방향을 y의 양의 방향으로 둔다.

사용할 공식

수평 바람의 상대 소용돌이도는
$\zeta = \frac{\partial v}{\partial x} - \frac{\partial u}{\partial y}$
이다. 이 문제에서는 남북풍 성분 v의 동서 변화가 제시되지 않았으므로 $\partial v/\partial x = 0$으로 보고, 서풍의 남북 변화인 $-\partial u/\partial y$를 계산한다.

NoteBase

계산 과정

1. 북쪽으로 갈수록 서풍이 $50 m/s$에서 $100 m/s$로 증가하므로 $\Delta u = +50 m/s$이다.
2. 남북 거리는 $\Delta y = 5 \times 100 km = 500 km = 5 \times 10^5 m$이다.
3. 따라서

$\frac{\partial u}{\partial y} \approx \frac{\Delta u}{\Delta y} = \frac{50}{5 \times 10^5} = 1 \times 10^{-4} s^{-1}$

이고,

$\zeta = -\frac{\partial u}{\partial y} = -1 \times 10^{-4} s^{-1}$

이다. 북반구에서 음의 상대 소용돌이도는 시계 방향 회전을 뜻한다.

선지 판단

① O — 계산값이 $-1 \times 10^{-4} s^{-1}$이고 음의 상대 소용돌이도는 북반구에서 시계 방향 회전이므로 옳다.

② X — '$+1 \times 10^{-4} s^{-1}$, 반시계 방향'이 틀렸다. 올바르게는 $-1 \times 10^{-4} s^{-1}$, 시계 방향이다.

③ X — '$-3 \times 10^{-4} s^{-1}$'가 틀렸다. 올바른 값은 $-1 \times 10^{-4} s^{-1}$이며 회전 방향은 시계 방향이다.

④ X — '$+3 \times 10^{-4} s^{-1}$, 반시계 방향'이 틀렸다. 올바르게는 $-1 \times 10^{-4} s^{-1}$, 시계 방향이다.

오답 포인트

북쪽으로 갈수록 서풍이 강해지므로 $\partial u/\partial y$는 양수이지만, 상대 소용돌이도 공식에는 앞에 음의 부호가 붙는다. 또한 위도 차 5도는 $500 km$이므로 이를 m로 바꾼 $5 \times 10^5 m$를 분모에 넣어야 한다. 이 부호 또는 거리 환산을 놓치면 양의 값이나 잘못된 크기를 고르게 된다.

다시 나오면 이렇게 판단

동서풍만 위도에 따라 변하는 문제에서는 먼저 북쪽 방향의 풍속 변화율 $\partial u/\partial y$을 구하고, 상대 소용돌이도에 $\zeta = -\partial u/\partial y$를 적용한다. 북반구에서는 양수가 반시계 방향, 음수가 시계 방향이다.

암기 포인트

북쪽으로 갈수록 서풍이 강해지면 $\partial u/\partial y > 0$, 따라서 $\zeta < 0$이고 시계 방향이다.

NoteBase

문 11. 다음 대기대순환 중 해들리순환에 대한 설명으로 옳지 않은 것을 모두 고르면?

ㄱ. 지표면의 차등복사냉각에 의해 유지된다. ㄴ. 열적인 원인에 의해 구동되는 직접순환이다. ㄷ. 해들리순환의 연직 속도는 수평 속도보다 강하다.

① ㄱ, ㄴ　② ㄱ, ㄷ
③ ㄴ, ㄷ　④ ㄱ, ㄴ, ㄷ

정답 2번

출제 포인트

해들리순환의 에너지원, 직접순환 여부, 수평·연직 속도의 상대적 크기를 구분하는 문제이다.

핵심 개념

해들리순환은 적도와 아열대 사이의 차등적인 복사 가열로 생기는 열적 직접순환이다. 따뜻한 적도 부근에서 공기가 상승하고, 상층에서 아열대로 이동한 뒤 하강하여 지상에서 다시 적도 쪽으로 흐른다. 대기 대순환에서는 연직 운동이 수평 운동보다 훨씬 느리므로 연직 속도는 수평 속도보다 작다.

ㄱ: X — '차등복사냉각'이 아니라 위도에 따른 차등적인 복사 가열이 순환의 원인이다.

ㄴ: O — 따뜻한 곳에서 상승하고 차가운 곳에서 하강하므로 열적으로 구동되는 직접순환이다.

ㄷ: X — 연직 속도가 수평 속도보다 강한 것이 아니라 수평 속도가 연직 속도보다 훨씬 크다.

선지별 해설

① X — ㄱ은 틀리지만 ㄴ은 옳으므로 'ㄱ, ㄴ'을 모두 옳지 않은 설명으로 고른 것이 잘못이다. 올바른 조합은 'ㄱ, ㄷ'이다.

② O — ㄱ의 '차등복사냉각'과 ㄷ의 '연직 속도는 수평 속도보다 강하다'가 모두 잘못된 표현이므로 옳지 않은 설명은 ㄱ, ㄷ이다.

③ X — ㄴ은 열적 원인으로 구동되는 직접순환이라는 옳은 설명인데 이를 포함했고, 틀린 ㄱ을 빠뜨렸다. 올바른 조합은 'ㄱ, ㄷ'이다.

④ X — ㄴ은 옳은 설명이므로 ㄱ, ㄴ, ㄷ을 모두 옳지 않다고 한 것이 잘못이다. 올바른 조합은 'ㄱ, ㄷ'이다.

NoteBase

오답 포인트

ㄱ의 '복사냉각'을 '복사 가열의 위도 차이'와 혼동하거나, 대기 순환 그림에서 상승·하강 화살표가 크게 그려진 것을 실제 연직 속도가 더 크다는 뜻으로 해석하면 틀리기 쉽다. 또한 문제의 부정형인 '옳지 않은 것'을 놓치지 않아야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

해들리순환 문항에서는 먼저 적도 가열과 아열대 하강에 따른 열적 직접순환인지 확인하고, 속도 비교에서는 '수평 속도 > 연직 속도'를 적용한 뒤 각 진술의 O/X를 정리하여 조합한다.

암기 포인트

해들리순환은 차등 가열이 만드는 직접순환이며, 대기 운동은 수평이 빠르고 연직이 느리다.

NoteBase

문 12. 북극진동(Arctic Oscillation, AO)에 대한 설명으로 옳은 것은?

① 극 지방과 적도 지방의 해면기압 차이로 표현한다.
② 북극진동이 양(+)의 위상에 있을 때 한대 제트류가 강화된다.
③ 북극진동이 음(-)의 위상에 있을 때 중위도 겨울은 평년보다 온난해지는 경향이 있다.
④ 성층권돌연승온 현상이 발생했을 때 양(+)의 북극진동이 나타나는 경향이 있다.

정답 2번

출제 포인트

북극진동의 기압 배치와 양(+)·음(-) 위상이 중위도 제트류 및 겨울철 기온에 미치는 영향을 구별하는 문제이다.

핵심 개념

북극진동(AO): 북극과 중위도 사이의 해면기압이 서로 반대 방향으로 변동하는 대기 순환 양상이다.
양(+)의 위상: 북극의 기압이 평년보다 낮고 중위도의 기압이 상대적으로 높아 북극 주변의 서풍과 제트류가 강해지며, 찬 공기가 북극에 갇히기 쉽다.
음(-)의 위상: 북극의 기압이 평년보다 높고 중위도의 기압이 상대적으로 낮아 제트류가 약해지고 크게 굽이치며, 북극의 찬 공기가 중위도로 남하하기 쉽다.

NoteBase

선지별 해설

① X
북극진동은 북극과 중위도 사이의 해면기압 변동으로 표현한다. 틀린 표현은 '극 지방과 적도 지방'이며, 올바르게는 '북극과 중위도 사이의 해면기압 차이 또는 기압 편차의 반대 변동'이다.

② O
양(+)의 북극진동에서는 북극 주변의 서풍이 강해지고 극 소용돌이가 견고해져 중위도 상공의 제트류가 강화되는 경향이 있다.

③ X
음(-)의 북극진동에서는 약해지고 굽이치는 제트류를 따라 북극의 찬 공기가 중위도로 남하하기 쉬우므로 중위도 겨울이 추워지는 경향이 있다. 틀린 표현은 '평년보다 온난해지는'이며, 올바르게는 '평년보다 한랭해지는'이다.

④ X
성층권돌연승온은 극 소용돌이를 약화하거나 붕괴시켜 음(-)의 북극진동으로 이어지는 경향이 있다. 틀린 표현은 '양(+)의 북극진동'이며, 올바르게는 '음(-)의 북극진동'이다.

오답 포인트

①에서 북극의 상대 지역을 적도로 오인하거나, ③에서 음(-)의 위상을 '기온이 낮다는 뜻'이 아니라 단순한 음의 부호로만 해석하면 틀리기 쉽다. 또한 성층권돌연승온은 이름과 달리 중위도 지상의 온난화를 직접 뜻하지 않으며, 극 소용돌이 약화와 음(-)의 북극진동을 연결해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

양(+)의 위상은 '강한 극 소용돌이 · 강한 제트류 · 한기의 북극 고립', 음(-)의 위상은 '약한 극 소용돌이 · 굽이치는 제트류 · 한기의 중위도 남하'로 연결해 판단한다.

암기 포인트

AO 양(+)은 한기를 가두고, AO 음(-)은 한기를 내려보낸다. 성층권돌연승온은 극 소용돌이를 약화해 음(-)의 위상과 연결된다.

NoteBase

문 13. 지구 온난화의 결과로 예상되는 현상 중 가장 옳지 않은 것은?

① 전지구 평균강수량 증가
② 중위도 대류권 제트류 약화
③ 대서양 열염순환 강도 강화
④ 여름철 극지방의 빙하 면적 감소 강화

정답 3번

출제 포인트

지구 온난화가 전지구 수문 순환, 중위도 대기 순환, 대서양 열염순환, 북극 해빙에 미치는 영향의 방향을 구분하는 문제이다.

핵심 개념

지구 온난화는 지표와 대기의 온도가 장기적으로 상승하는 현상이며, 대기의 수증기량과 고위도 해빙 및 해수의 밀도 차에 영향을 준다.
전지구 평균 강수량은 대체로 증가하고, 북극 해빙 면적은 감소한다. 북극의 빠른 온난화는 저위도와 고위도의 온도 차를 줄여 중위도 편서풍대 제트류를 약화시킬 수 있다. 또한 고위도 해수의 온난화와 담수 유입은 해수의 밀도와 침강을 낮추므로 대서양 열염순환은 강화가 아니라 약화되는 방향으로 작용한다.

선지별 해설

① O — 온난화로 대기가 포함할 수 있는 수증기량이 늘고 수문 순환이 활발해지므로 전지구 평균강수량은 증가하는 방향이 예상된다.
② O — 북극이 저위도보다 빠르게 따뜻해지면 남북 온도 차가 작아져 중위도 편서풍대 제트류가 약화될 수 있다.
③ X — 틀린 표현은 '대서양 열염순환 강도 강화'이다. 실제로는 고위도 해수의 온난화와 빙하·해빙 융해에 따른 담수 유입이 표층 해수의 밀도와 침강을 낮추므로 '대서양 열염순환 강도 약화'가 예상된다.
④ O — 여름철 북극의 기온 상승은 해빙의 융해를 늘리므로 해빙 면적의 감소가 더욱 강해지는 방향이 예상된다.

오답 포인트

③은 온난화가 해수 순환을 전반적으로 활발하게 만들 것처럼 보이게 한 함정이다. 열염순환의 핵심은 단순한 가열이 아니라 고위도에서 차갑고 염분이 높은 해수가 무거워져 침강하는 과정이다. 온난화와 담수 유입은 이 침강을 약화하므로 순환 강도도 약화된다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

온난화의 영향을 묻는 문항에서는 먼저 수증기 증가와 해빙 감소를 연결하고, 대기 순환은 남북 온도 차 감소, 해양 순환은 고위도 해수의 밀도와 침강 감소를 기준으로 방향을 판단한다.

암기 포인트

온난화는 평균강수 증가·북극 해빙 감소, 남북 온도 차 감소는 제트류 약화, 고위도 해수 침강 감소는 열염순환 약화로 연결된다.

NoteBase

문 14. 정지궤도 기상위성의 가시채널, 적외채널, 수증기채널 영상에서 낮에 흰색으로 밝게 나타나는 지역이 의미하는 것을 순서대로 바르게 짝지은 것은?

	(가시채널)	(적외채널)	(수증기채널)
①	온도가 높은 지역	반사도가 높은 지역	습한 지역
②	온도가 낮은 지역	반사도가 낮은 지역	건조한 지역
③	반사도가 낮은 지역	온도가 높은 지역	건조한 지역
④	반사도가 높은 지역	온도가 낮은 지역	습한 지역

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 가시채널·적외채널·수증기채널에서 흰색으로 밝게 보이는 영역이 각각 무엇을 뜻하는지 비교하는 문제이다.

핵심 개념

가시채널은 햇빛이 지표나 구름에서 반사되는 정도를 나타내므로 반사도가 높은 영역이 밝다. 적외채널은 물체가 방출하는 적외복사를 이용해 온도를 나타내므로 온도가 낮은 영역이 밝다. 수증기채널은 대기 중 수증기 분포를 나타내므로 수증기가 많아 습한 영역이 밝다. 따라서 밝기의 기준은 가시채널은 반사도, 적외채널은 온도, 수증기채널은 습윤 정도이다.

선지별 해설

① X — 가시채널의 밝기를 '온도가 높은 지역'으로, 적외채널의 밝기를 '반사도가 높은 지역'으로 설명한 부분이 틀리다. 올바르게는 가시채널은 반사도가 높은 지역, 적외채널은 온도가 낮은 지역, 수증기채널은 습한 지역이 밝다.
② X — 세 채널의 의미가 모두 틀리다. 올바르게는 가시채널은 반사도가 높은 지역, 적외채널은 온도가 낮은 지역, 수증기채널은 습한 지역이 밝다.
③ X — 가시채널의 '반사도가 낮은 지역', 적외채널의 '온도가 높은 지역', 수증기채널의 '건조한 지역'이 모두 반대로 제시되었다. 올바르게는 각각 반사도가 높은 지역, 온도가 낮은 지역, 습한 지역이다.
④ O — 가시채널의 밝은 영역은 반사도가 높고, 적외채널의 밝은 영역은 온도가 낮으며, 수증기채널의 밝은 영역은 습하므로 세 채널의 의미가 모두 바르게 연결되었다.

오답 포인트

채널마다 밝기를 결정하는 물리량이 다른데도 모두 같은 기준으로 해석하는 것이 함정이다. 특히 가시채널의 밝기를 온도로 해석하거나 적외채널의 밝기를 반사도로 해석하면 ①처럼 채널의 기준을 뒤바꾸게 된다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

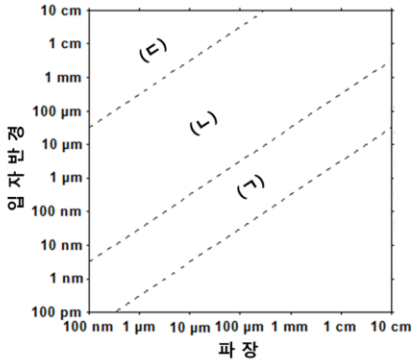
먼저 채널별 판독 기준을 구분한다. 가시채널은 햇빛의 반사도, 적외채널은 온도, 수증기채널은 수증기량을 본다. 그다음 '밝음'을 각각 높은 반사도, 낮은 온도, 많은 수증기와 연결한다.

암기 포인트

가시는 고반사, 적외는 저온, 수증기는 습윤이 밝다.

NoteBase

문 15. 다음 그림은 태양광의 파장과 대기 중의 입자크기의 상관성을 이용하여 산란영역을 구분한 것이다. 다음 중 (ㄴ), (ㄷ) 각 영역에 해당하는 산란 형태와 (ㄱ) 영역에서 발생하는 광학 현상을 순서대로 바르게 짝지은 것은?



	(ㄴ)	(ㄷ)	(ㄱ) 영역에서 광학 현상
①	기하광학 (Geometric optics)	레일리 산란 (Rayleigh scattering)	흰구름
②	미 산란 (Mie scattering)	레일리 산란 (Rayleigh scattering)	무지개
③	기하광학 (Geometric optics)	미 산란 (Mie scattering)	붉은노을
④	미 산란 (Mie scattering)	기하광학 (Geometric optics)	파란하늘

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 태양광의 파장과 대기 입자의 반경을 비교하여 산란 영역을 구분하는 문제이다. 입자가 파장보다 매우 작으면 레일리 산란, 크기가 비슷하면 미 산란, 입자가 파장보다 훨씬 크면 기하광학 영역에 해당한다. 따라서 (ㄱ)은 레일리 산란, (ㄴ)은 미 산란, (ㄷ)은 기하광학 영역이다.

NoteBase

선지별 해설

① X
(ㄴ)을 기하광학, (ㄷ)을 레일리 산란으로 연결한 부분이 틀렸다. 올바르게는 (ㄴ)이 미 산란이고 (ㄷ)이 기하광학이다. 또한 흰 구름은 공기 분자보다 큰 물방울이 가시광선의 여러 파장을 비슷하게 산란하여 나타나므로 (ㄱ)의 대표 현상이 아니다. 올바른 조합은 (ㄴ) 미 산란－(ㄷ) 기하광학－(ㄱ) 파란 하늘이다.

② X
(ㄴ)의 미 산란은 맞지만, (ㄷ)의 '레일리 산란'과 (ㄱ)의 '무지개'가 틀렸다. 올바르게는 (ㄷ)이 기하광학이고, 무지개는 물방울에서 빛이 굴절·반사·분산되어 나타나는 현상이다. (ㄱ)의 대표 현상은 파란 하늘이다.

③ X
(ㄴ)의 '기하광학'과 (ㄷ)의 '미 산란'이 서로 바뀌어 틀렸다. 올바르게는 (ㄴ)이 미 산란이고 (ㄷ)이 기하광학이다. 붉은 노을은 짧은 파장의 빛이 레일리 산란으로 많이 제거되어 상대적으로 붉은빛이 남는 현상이므로 (ㄱ)과 관련된 현상이라는 부분은 맞다.

④ O
(ㄴ)은 입자 크기가 파장과 비슷한 미 산란 영역이고, (ㄷ)은 입자가 파장보다 훨씬 큰 기하광학 영역이다. (ㄱ)은 입자가 파장보다 매우 작은 레일리 산란 영역이며, 공기 분자가 짧은 파장의 푸른빛을 더 강하게 산란하므로 파란 하늘이 나타난다.

오답 포인트

도식의 위아래 위치를 산란 세기의 크기로 해석하면 안 된다. 세로축은 입자 반경이므로 같은 파장에서 위쪽으로 갈수록 입자가 커진다. 따라서 아래쪽의 (ㄱ)은 레일리 산란, 가운데의 (ㄴ)은 미 산란, 위쪽의 (ㄷ)은 기하광학으로 판단한다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 입자 크기와 파장의 상대적 크기를 비교한다. 입자가 훨씬 작으면 레일리 산란과 파란 하늘·붉은 노을, 비슷하면 미 산란, 훨씬 크면 기하광학으로 연결한다. 무지개는 산란 영역이 아니라 물방울에 의한 굴절·반사·분산으로 구분한다.

암기 포인트

작은 입자＝레일리＝파란 하늘, 비슷한 크기＝미 산란, 큰 입자＝기하광학이다.

NoteBase

문 16. 정적 안정 상태인 대기에서 공기덩이가 진동운동을 하게 될 때, 이 운동이 가지는 주기를 부력진동수(Brunt-Vaisala frequency)라 한다. 이를 올바르게 나타낸 것은? (단, Γ_d는 건조단열감률, Γ는 주변기온감률, T는 주변기온, g는 중력가속도)

① $\sqrt{\frac{T}{g}(\Gamma_d-\Gamma)}$ ② $\sqrt{\frac{T}{g}(\Gamma-\Gamma_d)}$

③ $\sqrt{\frac{g}{T}(\Gamma_d-\Gamma)}$ ④ $\sqrt{\frac{g}{T}(\Gamma-\Gamma_d)}$

정답 3번

출제 포인트

정적 안정 상태인 대기에서 공기덩이의 연직 진동 각진동수인 부력진동수(Brunt–Väisälä frequency)의 공식을 판단하는 문제이다.

조건 정리

주어진 조건: 대기는 정적 안정 상태이고, 건조단열감률은 Γ_d, 주변기온감률은 Γ, 주변기온은 T, 중력가속도는 g이다.
구해야 할 값: 공기덩이의 연직 진동 각진동수 N이다.
주의할 조건: 안정 대기에서는 $\Gamma_d > \Gamma$이므로 $\Gamma_d - \Gamma > 0$이어야 진동수의 제곱이 양수가 된다.

사용할 공식

$N^2 = \frac{g}{T}(\Gamma_d - \Gamma)$
따라서
$N = \sqrt{\frac{g}{T}(\Gamma_d - \Gamma)}$
이 공식을 쓰는 이유: 안정 대기에서 위로 변위된 공기덩이는 주변보다 차가워져 원래 위치로 되돌아가려는 부력을 받으며, 그 복원력의 크기는 건조단열감률과 주변기온감률의 차에 비례하기 때문이다.

계산 과정

1. 정적 안정 조건에서 $\Gamma_d - \Gamma > 0$임을 확인한다.
2. 부력진동수의 제곱에 $N^2 = (g/T)(\Gamma_d - \Gamma)$를 적용한다.
3. 양의 제곱근을 취하면 $N = \sqrt{(g/T)(\Gamma_d - \Gamma)}$가 되므로 ③과 일치한다.

NoteBase

선지 판단

① X — T/g는 중력가속도와 기온의 비를 거꾸로 놓은 것이다. 틀린 표현 $\sqrt{(T/g)(\Gamma_d - \Gamma)}$은 $\sqrt{(g/T)(\Gamma_d - \Gamma)}$로 고쳐야 한다.
② X — T/g로 비를 거꾸로 놓았고 감률 차도 $\Gamma - \Gamma_d$로 반대로 썼다. 올바르게는 $\sqrt{(g/T)(\Gamma_d - \Gamma)}$이다.
③ O — $N = \sqrt{(g/T)(\Gamma_d - \Gamma)}$로 부력진동수 공식과 정확히 일치하며, 안정 조건에서 근호 안도 양수이다.
④ X — g/T는 맞지만 감률 차의 부호가 반대이다. 안정 대기에서는 $\Gamma - \Gamma_d < 0$이므로 진동수를 나타낼 수 없으며, $\Gamma - \Gamma_d$를 $\Gamma_d - \Gamma$로 고쳐야 한다.

오답 포인트

이 문항의 함정은 g/T와 T/g, $\Gamma_d - \Gamma$와 $\Gamma - \Gamma_d$를 뒤바꾸는 것이다. 특히 정적 안정이라는 조건을 이용하면 근호 안이 양수여야 하므로 감률 차의 올바른 순서를 바로 판별할 수 있다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 안정 대기에서 $\Gamma_d > \Gamma$임을 확인하고, N^2는 중력가속도에 비례하고 기온에 반비례하므로 $N^2 = (g/T)(\Gamma_d - \Gamma)$의 형태를 선택한다. 마지막으로 근호 안이 양수인지 검산한다.

암기 포인트

안정 대기의 부력진동수는 '중력은 위에, 기온은 아래에, 감률 차는 건조단열감률에서 주변기온감률을 뺀다'로 정리된다: $N = \sqrt{(g/T)(\Gamma_d - \Gamma)}$.

NoteBase

문 17. 태풍과 온대저기압에 대한 설명 중 옳지 않은 것을 모두 고르면?

ㄱ. 태풍은 중심으로 갈수록 바람이 약해지고, 온대저기압은 상층으로 갈수록 바람이 약하다.
ㄴ. 태풍은 주로 따뜻한 바다에서 에너지를 얻고, 온대저기압은 주로 연직 방향 온도 경도에서 에너지를 얻는다.
ㄷ. 태풍은 중심부근의 기온이 주변보다 낮은 반면, 온대저기압은 중심부근의 기온이 주변보다 높다.

① ㄱ, ㄴ ② ㄱ, ㄷ
③ ㄴ, ㄷ ④ ㄱ, ㄴ, ㄷ

정답 4번

출제 포인트

태풍과 온대저기압의 바람 분포, 에너지원, 중심부의 온도 구조를 비교하는 문제이다.

핵심 개념

태풍은 따뜻한 바다에서 공급되는 수증기의 응결 잠열을 주된 에너지원으로 하는 온난핵 저기압이다. 중심의 눈에서는 바람이 약하지만 눈벽 부근에서는 바람이 매우 강하므로, 중심으로 갈수록 계속 약해진다고 표현할 수 없다.
온대저기압은 서로 다른 성질의 기단 사이에 형성되며, 주로 수평 방향의 온도 차이에서 에너지를 얻는 한랭핵 저기압이다. 지표면의 마찰 영향이 줄어드는 상층으로 갈수록 바람이 무조건 약해지는 구조도 아니다.
따라서 ㄱ, ㄴ, ㄷ은 모두 옳지 않은 진술이다.

선지별 해설

① X — ㄱ과 ㄴ은 옳지 않지만 ㄷ도 옳지 않으므로 불완전한 조합이다. 틀린 부분은 ㄷ을 제외한 것이며, 올바른 조합은 ㄱ, ㄴ, ㄷ이다.
② X — ㄱ과 ㄷ은 옳지 않지만 ㄴ도 옳지 않으므로 불완전한 조합이다. ㄴ의 '연직 방향 온도 경도'는 '수평 방향의 온도 차이'로 고쳐야 하며, 올바른 조합은 ㄱ, ㄴ, ㄷ이다.
③ X — ㄴ과 ㄷ은 옳지 않지만 ㄱ도 옳지 않으므로 불완전한 조합이다. 태풍은 눈에서 바람이 약하나 눈벽 부근에서는 매우 강하고, 온대저기압도 상층으로 갈수록 바람이 약해진다고 일반화할 수 없다. 올바른 조합은 ㄱ, ㄴ, ㄷ이다.
④ O — ㄱ, ㄴ, ㄷ이 모두 옳지 않으므로 문제의 요구에 맞는 조합이다. ㄱ은 바람 분포를 잘못 일반화했고, ㄴ은 온대저기압의 에너지원 방향을 잘못 서술했으며, ㄷ은 두 저기압의 온도 구조를 서로 뒤바꾸었다.

NoteBase

오답 포인트

ㄱ에서는 태풍의 눈만 보고 '중심으로 갈수록 바람이 약하다'고 일반화하기 쉽다. 그러나 최대풍속은 눈이 아니라 눈벽 부근에 나타난다. ㄴ에서는 온대저기압의 에너지원인 수평 온도 차이를 연직 온도 차이와 혼동하기 쉽고, ㄷ에서는 온난핵과 한랭핵의 대응을 반대로 기억하기 쉽다.

다시 나오면 이렇게 판단

태풍은 '따뜻한 바다·응결 잠열·온난핵·눈벽의 강풍', 온대저기압은 '기단 사이의 수평 온도 차이·한랭핵·상층의 강한 바람'이라는 기준으로 나누어 판단한다. 조합형에서는 각 진술을 먼저 독립적으로 판정한 뒤 그 전체 집합과 선지를 대조한다.

암기 포인트

태풍은 따뜻한 바다의 잠열을 쓰는 온난핵, 온대저기압은 수평 온도 차이를 쓰는 한랭핵이다. 태풍의 강풍은 눈이 아니라 눈벽에 집중된다.

NoteBase

문 18. 다음 중 가온도(T_V)의 특징과 활용에 관한 설명으로 가장 옳지 않은 것은?

① 가온도(T_V)는 일반적으로 상당온도(T_E)보다 높다.
② 가온도(T_V)는 건구온도(T)가 동일할 때 수증기의 양이 많아질수록 높아진다.
③ 대류가용위치에너지(Convective Available Potential Energy, CAPE)에서 불안정도를 계산할 때 사용된다.
④ 평균적인 대류권 대기에서 가온도(T_V)는 지상에서 높고 상층으로 갈수록 낮아진다.

정답 1번

출제 포인트

가온도의 정의와 수증기량에 따른 변화, 상당온도와의 대소 관계, 부력 계산에서의 활용을 구별하는 문제이다.

핵심 개념

가온도 T_V: 습윤 공기와 같은 압력·밀도를 갖는 건조 공기의 온도이다. 같은 건구온도에서는 수증기가 많을수록 공기 밀도가 작아지므로 T_V가 높아진다.
상당온도 T_E: 공기 중 수증기가 모두 응결하면서 방출하는 잠열까지 온도 상승으로 환산한 값이다. 일반적으로 상당온도가 가온도보다 높다.
대류 부력은 공기덩이와 환경의 밀도 차이로 결정되므로, 수증기 효과가 반영된 가온도를 이용해 비교한다.

NoteBase

선지별 해설

① X
틀린 표현은 '가온도는 일반적으로 상당온도보다 높다'이다. 상당온도는 수증기의 응결 잠열까지 반영하므로 일반적으로 $T_E > T_V$이며, 올바르게는 '가온도는 일반적으로 상당온도보다 낮다'이다.

② O
건구온도가 같을 때 수증기량이 많아지면 공기의 평균 분자량과 밀도가 작아진다. 이 습윤 공기와 같은 밀도를 나타내는 건조 공기의 온도인 가온도는 더 높아진다.

③ O
CAPE는 공기덩이와 환경 사이의 부력 차이를 적분한 값이다. 가온도는 수증기가 밀도에 미치는 효과를 반영하므로 CAPE의 부력 계산에 사용된다.

④ O
평균적인 대류권에서는 지표 부근이 따뜻하고 수증기도 많아 가온도가 높으며, 고도가 높아질수록 기온과 수증기량이 대체로 감소하므로 가온도도 낮아진다.

오답 포인트

①은 가온도와 상당온도의 이름이 모두 '실제 기온보다 높아질 수 있는 온도 변수'라는 점을 이용해 대소 관계를 뒤집었다. 상당온도는 응결 잠열을 반영하므로 가온도보다 일반적으로 더 높다는 점이 핵심이다.

다시 나오면 이렇게 판단

밀도와 부력을 묻는 경우에는 가온도를 연결하고, 수증기 응결로 방출되는 잠열까지 묻는 경우에는 상당온도를 연결한다. 같은 건구온도에서는 수증기가 많을수록 가온도가 커지며, 일반적인 대소 관계는 $T_E > T_V > T$로 판단한다.

암기 포인트

가온도는 밀도·부력, 상당온도는 응결 잠열이며, 일반적으로 $T_E > T_V > T$이다.

NoteBase

문 19. 다음 중 북반구 제트류에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 아열대 제트류는 각운동량 보존의 결과로 생성된다.
② 한대 제트류는 강한 기온 경도에 의해 발생하는 한대전선과 밀접한 관련이 있다.
③ 일반적으로 한대 제트류의 입구 왼쪽과 출구 오른쪽에서 상승기류가 유도된다.
④ 일반적으로 아열대 제트류는 한대 제트류보다 높은 고도에 위치한다.

정답 3번

출제 포인트

아열대 제트류와 한대 제트류의 생성 원인·고도 차이, 그리고 한대 제트류의 입구와 출구에서 나타나는 연직운동의 위치를 구분하는 문제이다.

핵심 개념

아열대 제트류는 해들리 순환의 상층 공기가 극 쪽으로 이동하면서 각운동량을 보존하여 형성되는 강한 편서풍대이다. 한대 제트류는 한대전선 부근의 큰 남북 기온 경도와 밀접하게 관련된 상층의 강한 편서풍대이다. 직선에 가까운 북반구의 제트 핵을 기준으로 보면, 상층 발산과 상승기류가 잘 나타나는 곳은 일반적으로 입구 오른쪽과 출구 왼쪽이다.

선지별 해설

① O — 아열대 제트류는 해들리 순환 상층에서 공기가 극 쪽으로 이동할 때 각운동량을 보존하는 과정에서 서풍이 강해져 형성된다.
② O — 한대 제트류는 한대전선대의 강한 남북 기온 경도와 그에 따른 열풍 관계에 밀접하게 관련된다.
③ X — 틀린 표현은 '입구 왼쪽과 출구 오른쪽에서 상승기류'이다. 일반적으로 상승기류는 제트 핵의 입구 오른쪽과 출구 왼쪽에서 유도되며, 입구 왼쪽과 출구 오른쪽에서는 하강기류가 나타난다.
④ O — 아열대 지방의 대류권계면은 한대전선 부근보다 높으므로, 아열대 제트류는 일반적으로 한대 제트류보다 높은 고도에 위치한다.

오답 포인트

③은 상승과 하강이 나타나는 제트 핵의 네 사분면을 서로 바꾸어 놓았다. 특히 '입구 왼쪽·출구 오른쪽'을 상승 구역으로 착각하기 쉽지만, 이 두 구역은 일반적인 하강 구역이다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

북반구의 직선형 제트 핵을 바람이 진행하는 방향으로 보았을 때, 상승은 '입구 오른쪽·출구 왼쪽', 하강은 '입구 왼쪽·출구 오른쪽'으로 판단한다. 생성 원인은 아열대 제트류는 각운동량 보존, 한대 제트류는 강한 기온 경도로 구분한다.

암기 포인트

상승은 우입·좌출, 하강은 좌입·우출이다. 아열대 제트류는 각운동량, 한대 제트류는 기온 경도가 핵심이다.

NoteBase

문 20. 연직좌표계에서 고도 대신 기압을 사용할 경우 (ㄱ)을(를) 운동방정식으로부터 소거할 수 있으며, 이때 등압면에서의 고기압과 저기압은 (ㄴ)을(를) 통해 표현된다. (ㄱ)과 (ㄴ)에 들어갈 변수로 짝지어진 것으로 옳은 것은?

	(ㄱ)	(ㄴ)
①	밀도	온도
②	기압	지위(Geopotential)
③	기압	온도
④	밀도	지위(Geopotential)

정답 4번

출제 포인트

기압을 연직좌표로 사용할 때 운동방정식에서 소거되는 변수와 등압면의 고기압·저기압을 나타내는 변수를 구분하는 문제이다.

핵심 개념

정역학 방정식은 $\partial p/\partial z = -\rho g$이다. 이를 이용하여 고도좌표계의 기압경도력 항을 기압좌표계로 바꾸면 밀도 ρ를 소거하고 지위 Φ의 경도로 나타낼 수 있다. 따라서 기압좌표계에서는 등압면의 높낮이를 나타내는 지위 또는 지위고도로 고기압과 저기압을 표현한다. 같은 등압면에서 지위고도가 높은 곳은 고기압성, 낮은 곳은 저기압성으로 해석한다.

선지별 해설

① X — (ㄱ)의 밀도는 맞지만, (ㄴ)의 '온도'가 틀린 표현이다. 등압면의 고기압과 저기압은 온도가 아니라 지위(또는 지위고도)로 표현한다.
② X — (ㄴ)의 지위는 맞지만, (ㄱ)의 '기압'이 틀린 표현이다. 기압은 연직좌표 자체로 사용되며, 운동방정식에서 소거되는 변수는 밀도이다.
③ X — (ㄱ)의 '기압'과 (ㄴ)의 '온도'가 모두 틀린 표현이다. 올바르게는 (ㄱ)이 밀도이고 (ㄴ)이 지위이다.
④ O — 정역학 방정식을 이용하면 밀도를 운동방정식에서 소거할 수 있고, 등압면의 고기압과 저기압은 지위 또는 지위고도의 높낮이로 표현한다.

NoteBase

오답 포인트

기압좌표계를 사용한다는 말 때문에 (ㄱ)을 기압으로 고르기 쉽지만, 기압은 없애는 변수가 아니라 새 연직좌표이다. 또한 온도는 등압면의 두께와 관련되지만, 등압면에서 고기압·저기압의 위치를 직접 나타내는 값은 지위 또는 지위고도이다.

다시 나오면 이렇게 판단

‘고도 대신 기압을 연직좌표로 사용한다’는 조건에서는 정역학 방정식으로 밀도를 소거한다. 이어서 ‘등압면의 고·저기압 표현’을 물으면 지위 또는 지위고도를 선택한다.

암기 포인트

기압좌표계는 밀도를 소거하고, 등압면은 지위고도로 고·저기압을 나타낸다.

NoteBase