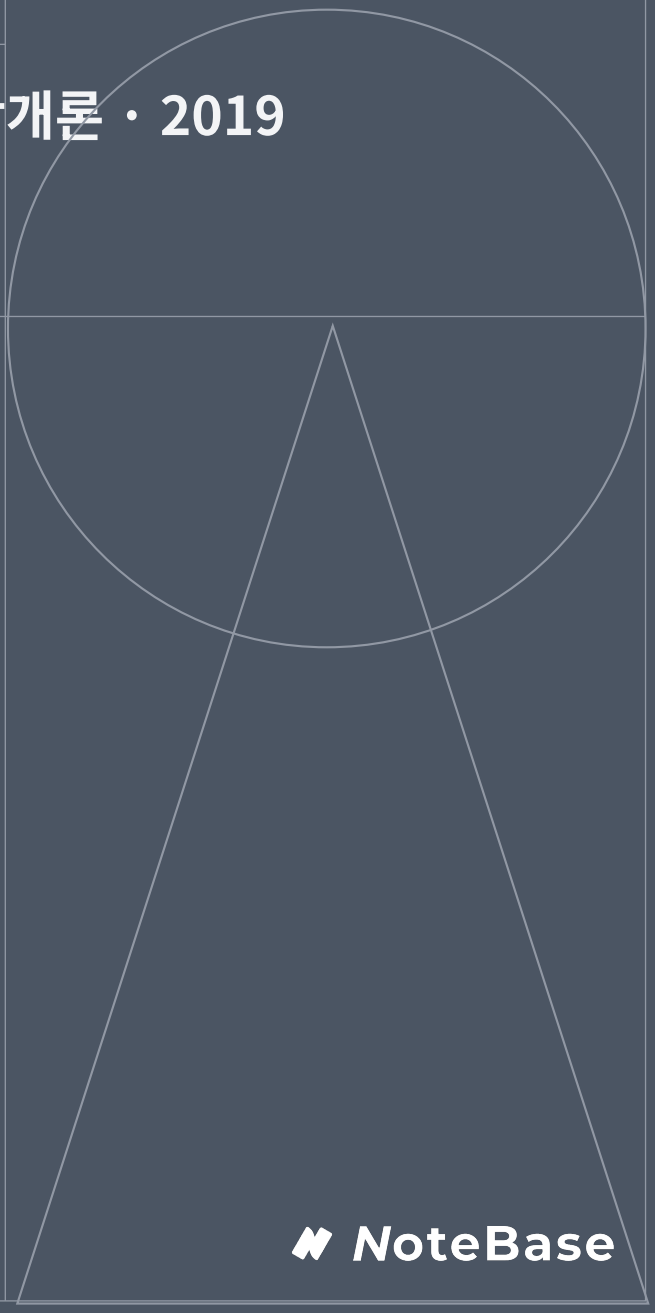
기출OX 해설집

공무원/기상직/9급 · 기상학개론 · 2019



NoteBase

기출OX 해설집

공무원/기상직/9급 · 기상학개론 · 2019

공무원/기상직/9급 · 기상학개론 · 2019

문 1. 다음 설명 중 옳은 것을 모두 고른 것은?

㉠ 습윤공기는 그와 동일한 온도, 압력, 부피를 갖는 건조공기보다 가볍다. ㉡ 0℃ 이하의 구름 내부에서는 물방울이 존재하지 않는다. ㉢ 같은 온도에서 물에 대한 포화수증기압은 얼음에 대한 포화수증기압보다 낮다.

① ㉠
② ㉠, ㉡
③ ㉠, ㉢
④ ㉡, ㉢

정답 1번

출제 포인트

습윤공기와 건조공기의 밀도, 영하의 구름 속 과냉각 물방울, 물과 얼음에 대한 포화수증기압의 차이를 판단하는 문제이다.

핵심 개념

습윤공기: 건조공기의 일부가 분자량이 더 작은 수증기로 바뀐 공기이므로, 온도와 압력이 같으면 건조공기보다 평균 분자량과 밀도가 작다.
과냉각 물방울: 어는점 아래에서도 얼지 않고 액체 상태로 존재하는 물방울이며, 구름 속에서 존재할 수 있다.
포화수증기압: 주어진 온도에서 물 또는 얼음과 평형을 이루는 수증기의 압력이다. 영하의 같은 온도에서는 물에 대한 포화수증기압이 얼음에 대한 값보다 높다.

NoteBase

선지별 해설

① O — ㄱ만 옳다. 같은 온도·압력·부피에서 수증기는 건조공기의 주성분보다 분자량이 작으므로 습윤공기가 건조공기보다 가볍다.
② X — ㄴ을 옳다고 포함한 것이 틀렸다. '0 ° C 이하의 구름 내부에는 물방울이 존재하지 않는다'가 틀린 표현이며, 올바르게는 '0 ° C 이하의 구름에도 과냉각 물방울이 존재할 수 있다'이다.
③ X — ㄷ을 옳다고 포함한 것이 틀렸다. '물에 대한 포화수증기압은 얼음에 대한 포화수증기압보다 낮다'가 틀린 표현이며, 올바르게는 '영하의 같은 온도에서 물에 대한 포화수증기압은 얼음에 대한 포화수증기압보다 높다'이다.
④ X — ㄴ과 ㄷ을 모두 옳다고 포함한 것이 틀렸다. 올바르게는 '영하의 구름에도 과냉각 물방울이 존재할 수 있고, 영하의 같은 온도에서 물에 대한 포화수증기압은 얼음에 대한 값보다 높다'이다.

오답 포인트

'영하이면 모든 물방울이 즉시 언다'고 생각하면 ㄴ을 고르게 된다. 또한 얼음이 더 차갑다는 일상적 인상으로 포화수증기압의 대소를 거꾸로 판단하면 ㄷ을 고르게 된다.

다시 나오면 이렇게 판단

공기 밀도는 수증기가 섞일수록 평균 분자량이 작아진다는 점으로 판단한다. 영하의 구름에서는 과냉각 물방울의 존재 가능성을 확인하고, 물면과 빙면의 포화수증기압은 영하에서 '물면이 더 크다'는 관계를 적용한다.

암기 포인트

습윤공기는 더 가볍고, 영하 구름에는 과냉각 물방울이 있으며, 영하에서는 물면 포화수증기압이 빙면보다 크다.

NoteBase

문 2. 다음 설명에 해당하는 온도로 옳게 짝지은 것은?

㉠ 습윤공기의 기압과 밀도를 일정하게 유지한 채 그 안에 포함된 수증기를 건조공기로 대체하였을 때 그 공기가 갖는 온도
㉡ 공기덩이가 단열상승하여 그 안에 포함된 수증기가 응결하여 완전히 탈락된 후 건조단열적으로 승온되며 원래 고도까지 내려왔을 때의 온도
㉢ 단열조건에서, 일정한 압력을 유지한 채 공기덩이가 물의 증발에 의해 포화되었을 때 갖는 온도

	㉠	㉡	㉢
①	가온도	대류온도	습구온도
②	습구온도	상당온도	대류온도
③	습구온도	대류온도	가온도
④	가온도	상당온도	습구온도

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 가온도·상당온도·습구온도·대류온도의 정의를 공기덩이에 가한 과정과 연결하는 문제이다.

핵심 개념

가온도: 습윤공기와 같은 압력과 밀도를 갖도록 수증기를 건조공기로 바꾸었다고 가정했을 때의 건조공기 온도이다.
상당온도: 공기덩이의 수증기를 응결시켜 모두 제거하면서 나온 잠열로 공기를 덥힌 뒤, 원래 고도까지 건조단열적으로 내렸을 때의 온도이다.
습구온도: 일정한 압력에서 물을 증발시켜 공기를 단열적으로 포화시켰을 때의 온도이다.
대류온도: 지표 부근의 공기가 가열되어 건조단열적으로 상승한 뒤 응결고도에 도달하여 대류운을 만들 수 있게 되는 지표 온도이다.
따라서 ㄱ은 가온도, ㄴ은 상당온도, ㄷ은 습구온도이다.

NoteBase

선지별 해설

① X — ㄱ의 가온도와 ㄷ의 습구온도는 맞지만, ㄴ을 대류온도라고 한 부분이 틀렸다. ㄴ은 수증기의 응결 잠열을 반영하고 원래 고도로 되돌린 온도이므로 상당온도이다. 틀린 표현 'ㄴ 대류온도' → 올바르게는 'ㄴ 상당온도'이다.
② X — ㄴ의 상당온도는 맞지만, ㄱ과 ㄷ의 연결이 틀렸다. 같은 압력·밀도에서 수증기를 건조공기로 대체하는 ㄱ은 가온도이고, 물의 증발로 일정 압력에서 포화시키는 ㄷ은 습구온도이다. 틀린 표현 'ㄱ 습구온도, ㄷ 대류온도' → 올바르게는 'ㄱ 가온도, ㄷ 습구온도'이다.
③ X — 세 연결이 모두 틀렸다. ㄱ은 가온도, ㄴ은 상당온도, ㄷ은 습구온도이다. 틀린 표현 'ㄱ 습구온도, ㄴ 대류온도, ㄷ 가온도' → 올바르게는 'ㄱ 가온도, ㄴ 상당온도, ㄷ 습구온도'이다.
④ O — ㄱ 가온도, ㄴ 상당온도, ㄷ 습구온도의 연결이 각 정의와 모두 일치한다.

오답 포인트

ㄴ의 '상승'만 보고 대류온도로 고르기 쉽다. 그러나 ㄴ의 결정적 단서는 수증기가 응결하여 빠져나가고, 그 뒤 공기덩이가 원래 고도까지 건조단열적으로 내려온다는 점이므로 상당온도이다. 대류온도는 지표 가열로 자유대류가 시작될 수 있는 온도라는 별개의 개념이다.

다시 나오면 이렇게 판단

'같은 압력·밀도에서 수증기를 건조공기로 대체'이면 가온도, '수증기 전량 응결·제거 후 원래 고도로 건조단열 하강'이면 상당온도, '물의 증발로 일정 압력에서 단열 포화'이면 습구온도로 판단한다. 지표 가열과 대류 개시가 나오면 대류온도이다.

암기 포인트

대체는 가온도, 응결 잠열은 상당온도, 증발 포화는 습구온도, 지표 가열은 대류온도이다.

NoteBase

문 3. 다음 중 특정 대기현상과 그와 연관된 과정(또는 원인)을 옳게 짝지은 것을 모두 고른 것은?

㉠ 중위도 온대저기압의 발달 - 순압 불안정
㉡ 찬(cold) 구름에서의 강수 발달 - 빙정설
㉢ 잘 발달한 적란운 상하의 전하 분리 - 도플러효과

① ㉠ ② ㉡ ③ ㉠, ㉡ ④ ㉡, ㉢

정답 2번

출제 포인트

중위도 온대저기압의 발달, 찬 구름의 강수 발달, 적란운의 전하 분리를 일으키는 과정을 구별하는 문제이다.

핵심 개념

온대저기압의 발달: 중위도의 수평 온도 경도에 저장된 위치에너지가 운동에너지로 전환되는 경압 불안정과 관련된다.
찬 구름의 강수 발달: 빙정이 과냉각 물방울보다 빠르게 성장하는 빙정설로 설명된다.
적란운의 전하 분리: 얼음결정과 싸락눈 등의 충돌·대전과 상승기류에 의한 입자 분리가 핵심이며, 도플러효과는 파원과 관측자의 상대 운동에 따른 주파수 변화이다.

선지별 해설

① X — ㄱ이 틀렸다. '중위도 온대저기압의 발달 → 순압 불안정'이 아니라 '중위도 온대저기압의 발달 → 경압 불안정'으로 고쳐야 한다. 따라서 ㄱ만 고른 ①은 옳지 않다.
② O — ㄴ은 옳다. 찬 구름에서는 빙정에 대한 포화수증기압이 물방울에 대한 포화수증기압보다 낮아 빙정이 성장하고 강수입자가 발달하므로 빙정설과 올바르게 연결된다.
③ X — ㄴ은 옳지만 ㄱ이 틀렸다. ㄱ의 '순압 불안정'을 '경압 불안정'으로 고쳐야 하므로 ㄱ과 ㄴ을 함께 고른 ③은 옳지 않다.
④ X — ㄴ은 옳지만 ㄷ이 틀렸다. ㄷ의 '도플러효과'를 '얼음 입자들의 충돌에 의한 대전과 상승기류에 따른 전하 입자의 분리'로 고쳐야 하므로 ㄴ과 ㄷ을 함께 고른 ④는 옳지 않다.

오답 포인트

ㄱ에서는 이름이 비슷한 순압 불안정과 경압 불안정을 바꾸어 놓았고, ㄷ에서는 기상 레이더의 바람 관측에 쓰이는 도플러효과를 구름의 전기적 대전 과정처럼 제시했다. ㄴ이 옳다는 사실만 확인하고 ㄱ이나 ㄷ을 함께 포함한 조합을 고르면 틀린다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

각 짝을 독립적으로 판정한 뒤 옳은 기호의 집합과 선지 조합을 대조한다. ‘중위도 온대저기압’은 경압 불안정, ‘찬 구름 강수’는 빙정설, ‘적란운 전하 분리’는 얼음 입자의 충돌·대전과 입자 분리로 연결한다.

암기 포인트

온대저기압은 경압, 찬 구름 강수는 빙정, 적란운 전하는 얼음 입자 충돌이다.

NoteBase

문 4. 다음 중 역전층의 발생 가능성이 가장 낮은 경우는?

① 일몰 후 지표면과 대기 하층에서 발생하는 복사냉각
② 지표면에서 바람에 의한 차가운 공기의 유입
③ 상대습도가 높은 날 오후의 지표 복사가열
④ 고기압권 내에서 기층의 침강으로 인한 단열승온

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 기온역전이 잘 형성되는 냉각·이류·침강 조건과 역전층을 약화하는 지표 가열 조건을 구별하는 문제이다.

핵심 개념

역전층은 고도가 높아질수록 기온이 오르는 층으로, 아래쪽 공기가 위쪽 공기보다 차가울 때 형성된다.
복사역전: 맑고 바람이 약한 밤에 지표가 복사냉각되어 지표 부근 공기가 차가워질 때 잘 형성된다.
이류역전: 차가운 공기가 상대적으로 따뜻한 지표 또는 공기 아래로 유입될 때 형성될 수 있다.
침강역전: 고기압권에서 하강한 공기가 단열압축으로 따뜻해져 하층의 찬 공기 위를 덮을 때 형성된다.
반대로 낮의 강한 지표 가열은 지표 부근 공기를 데워 대류와 연직 혼합을 촉진하므로 역전층의 형성·유지에 불리하다.

선지별 해설

① O — 일몰 뒤 지표가 장파복사를 방출해 빠르게 냉각되면 지표와 접한 대기 하층도 차가워져 복사역전이 발생할 수 있다.
② O — 지표 부근으로 차가운 공기가 유입되면 아래쪽의 기온이 낮아져 그 위의 상대적으로 따뜻한 공기와 역전 구조를 이룰 수 있다.
③ X — 틀린 표현은 '날 오후의 지표 복사가열'이 역전층 발생 조건이라는 부분이다. 실제로는 오후의 지표 복사가열이 하층 공기를 따뜻하게 하고 대류·혼합을 촉진하므로 역전층을 약화하거나 해소한다. 상대습도가 높더라도 이러한 지표 가열은 역전층 형성에 유리한 대표 조건이 아니다.
④ O — 고기압권에서 공기가 침강하면 단열압축으로 따뜻해진 공기가 하층의 비교적 찬 공기 위에 놓여 침강역전이 형성될 수 있다.

오답 포인트

③의 '상대습도가 높은 날'만 보고 냉각이나 안개를 떠올리기 쉽지만, 결정적인 표현은 '오후의 지표 복사가열'이다. 야간의 지표 복사냉각은 역전을 만들지만 주간의 지표 복사가열은 하층을 데워 역전을 깨뜨리는 방향으로 작용한다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

지표 부근을 차갑게 하거나 그 위 공기를 따뜻하게 하는 과정이면 역전 가능성이 커지고, 지표 부근을 가열하여 대류·혼합을 일으키는 과정이면 역전 가능성이 작아진다고 판단한다.

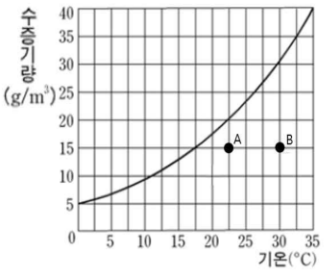
암기 포인트

밤의 복사냉각·찬 공기 유입·고기압 침강은 역전 형성, 낮의 지표 가열은 역전 해소이다.

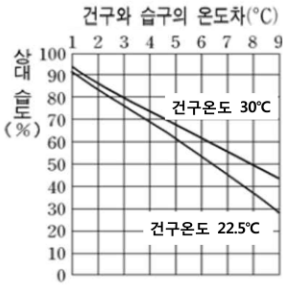
NoteBase

문 5. 다음 <그림 1>은 기온에 따른 포화수증기량 곡선을, <그림 2>는 건구-습구 온도차와 상대습도의 관계를 임의로 나타낸 것이다. 그림을 이용하여 공기 A와 공기 B 중 더 높은 습구온도를 가지는 공기와 그 공기의 습구온도를 옳게 짝지은 것은?

<그림 1>



<그림 2>



① 공기 A, 19.5℃
② 공기 A, 22℃
③ 공기 B, 19.5℃
④ 공기 B, 22℃

정답 4번

출제 포인트

그림 1의 기온과 실제 수증기량으로 상대습도를 구하고, 그림 2에서 해당 건구온도의 건구·습구 온도차를 읽어 습구온도를 판단하는 문제이다. 상대습도는 (실제 수증기량/포화수증기량)×100이고, 습구온도는 건구온도에서 건구·습구 온도차를 뺀 값이다.

NoteBase

선지별 해설

그림 1에서 A의 기온은 22.5 ° C, B의 기온은 30 ° C이고, 두 공기의 실제 수증기량은 모두 $15g/m^3$이다. 포화수증기량은 A에서 약 $20g/m^3$, B에서 약 $30g/m^3$이므로 상대습도는 각각 75%, 50%이다. 그림 2에서 A는 건구·습구 온도차가 약 3 ° C이므로 습구온도가 22.5 − 3 = 19.5 ° C이고, B는 온도차가 약 8 ° C이므로 습구온도가 30 − 8 = 22 ° C이다. 따라서 B의 습구온도가 더 높다.

① X - A의 습구온도가 19.5 ° C인 것은 맞지만, B의 22 ° C보다 낮다. 틀린 표현인 '더 높은 습구온도를 가지는 공기 A'는 '공기 B'로 고쳐야 하며, 올바른 조합은 공기 B, 22 ° C이다.

② X - A의 습구온도는 22 ° C가 아니라 19.5 ° C이고, 더 높은 쪽도 A가 아니라 B이다. 올바르게는 공기 B, 22 ° C이다.

③ X - 습구온도가 더 높은 공기가 B인 것은 맞지만, B의 습구온도는 19.5 ° C가 아니라 22 ° C이다. 19.5 ° C는 A의 습구온도이며, 올바르게는 공기 B, 22 ° C이다.

④ O - B는 건구온도 30 ° C, 상대습도 50%이므로 그림 2에서 온도차가 약 8 ° C이다. 따라서 습구온도는 22 ° C로 A의 19.5 ° C보다 높다.

오답 포인트

그림 1의 세로축 '수증기량' $15g/m^3$을 상대습도 15%로 오해하거나, 그림 2에서 읽은 건구·습구 온도차를 곧바로 습구온도로 착각하기 쉽다. 또한 상대습도가 더 높은 A가 습구온도도 반드시 높다고 판단하면 안 된다. 습구온도는 상대습도뿐 아니라 건구온도에도 함께 좌우된다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 포화수증기량 곡선에서 각 기온의 포화수증기량을 읽고 상대습도를 계산한다. 다음으로 건구온도와 상대습도에 맞는 곡선에서 온도차를 찾은 뒤, '습구온도=건구온도−온도차'로 각각 계산하여 비교한다.

암기 포인트

상대습도는 '실제/포화', 습구온도는 '건구−건습구차'이다.

NoteBase

문 6. 다음 중 태양복사와 지구복사에 대한 설명으로 옳은 것은?

① 대기의 창은 대기 조성 분자들의 파장별 복사 투과도가 큰 영역에 나타난다.
② $10\mu m$ 파장에 대한 복사강도는 태양복사보다 지구복사가 더 크다.
③ 6월에 지구에 입사하는 일평균 태양복사량은 적도 지역이 극 지역보다 크다.
④ 대기 중 장파복사 흡수체가 많아지면 대기가 우주로 재방출하는 장파복사량이 줄어든다.

정답 1번

출제 포인트

대기의 파장별 투과 특성, 태양·지구복사의 파장별 강도, 위도와 계절에 따른 일평균 일사량, 장파복사 흡수체의 복사 작용을 구분하는 문제이다.

핵심 개념

대기의 창: 대기 성분에 의한 흡수가 약하여 복사 투과도가 큰 파장 영역이다.
파장별 복사강도: 같은 파장에서는 온도가 높은 물체의 흑체복사 강도가 더 크며, 태양과 지구의 복사에너지 최대 파장은 서로 다르다.
일평균 태양복사량: 태양고도뿐 아니라 낮의 길이도 함께 결정하므로 계절과 위도에 따라 달라진다.
대기의 장파복사: 흡수체는 장파복사를 흡수하는 동시에 위와 아래 방향으로 다시 방출한다.

선지별 해설

① O — 대기의 창은 대기 조성 분자들의 흡수가 약해 파장별 복사 투과도가 크게 나타나는 영역이므로 옳다.
② X — 틀린 부분은 '태양복사보다 지구복사가 더 크다'이다. 같은 10μm 파장에서 방출체 자체의 복사강도를 비교하면 온도가 훨씬 높은 태양의 복사강도가 지구보다 크다. 올바르게는 '10μm 파장에서 태양복사의 복사강도가 지구복사보다 크다'이다.
③ X — 틀린 부분은 '적도 지역이 극 지역보다 크다'이다. 6월의 북극 부근은 하루 종일 해가 지지 않는 기간이어서 긴 일조시간의 영향으로 일평균 입사 태양복사량이 적도보다 클 수 있다. 올바르게는 '6월에는 극 지역의 일평균 입사 태양복사량이 적도 지역보다 클 수 있다'이다.
④ X — 틀린 부분은 '흡수체가 많아지면 대기가 우주로 재방출하는 장파복사량이 줄어든다'이다. 장파복사 흡수체가 많아지면 대기의 장파복사 흡수 능력이 커지고, 대기는 흡수한 에너지를 위와 아래 방향으로 다시 방출한다. 올바르게는 '장파복사 흡수체가 많아지면 대기의 장파복사 흡수와 재방출 작용이 커진다'이다.

NoteBase

오답 포인트

②에서는 지구복사의 최대 파장이 약 10μm라는 사실을 그 파장에서 지구의 복사강도가 태양보다 크다는 뜻으로 오해하기 쉽다. ③에서는 태양고도만 보고 낮의 길이를 빠뜨리기 쉽다. ④에서는 흡수가 증가하면 재방출도 일어나며, 흡수와 방출을 서로 반대 작용으로만 볼 수 없다는 점이 함정이다.

다시 나오면 이렇게 판단

파장 문제는 먼저 투과·흡수·방출 중 무엇을 묻는지 확인한다. 복사강도는 같은 파장에서 온도를 비교하고, 일평균 일사량은 태양고도와 낮의 길이를 함께 보며, 복사 흡수체는 흡수와 재방출을 동시에 한다는 기준으로 판단한다.

암기 포인트

대기의 창은 고투과 영역, 6월 극지는 긴 낮, 장파 흡수체는 흡수와 재방출을 함께 한다.

NoteBase

문 7. 다음 중 지구온난화에 따라 발생 가능한 현상과 이와 연관된 변화를 옳게 짝지은 것을 모두 고른 것은?

㉠ 해수면 온도 상승 – 해양 CO_2 용해도 상승
㉡ 해빙 면적 감소 – 극소용돌이(polar vortex) 약화
㉢ 대기 중 수증기량 증가 – 구름 증가에 의한 알베도 감소
㉣ 북극권 영구동토층 용융 – 대기 중 메탄의 양 증가

① ㉠ ② ㉠, ㉢
③ ㉡, ㉣ ④ ㉡, ㉢, ㉣

정답 3번

출제 포인트

지구온난화로 생기는 해양·대기·빙권의 변화가 서로 어떤 방향으로 이어지는지를 판단하는 문제이다.

핵심 개념

해수 온도가 높아지면 이산화탄소의 해수 용해도는 낮아진다. 북극 해빙 감소는 북극의 온난화를 강화하여 극지방과 중위도의 온도 차를 줄이고 극소용돌이를 약화시킬 수 있다. 구름은 태양 복사를 반사하므로 구름이 증가하면 일반적으로 알베도는 커진다. 영구동토층이 녹으면 그 안의 유기물이 분해되면서 메탄이 방출되어 대기 중 메탄의 양이 증가할 수 있다.

선지별 해설

① X — ㄱ이 틀렸다. '해양 이산화탄소 용해도 상승'이 아니라 해수면 온도가 상승하면 이산화탄소의 용해도는 감소한다.
② X — ㄱ과 ㄷ이 모두 틀렸다. ㄱ은 '해양 이산화탄소 용해도 감소'로, ㄷ은 '구름 증가에 의한 알베도 증가'로 고쳐야 한다.
③ O — ㄴ과 ㄹ이 모두 옳다. 해빙 면적 감소는 극소용돌이의 약화와 관련되고, 북극권 영구동토층의 융해는 메탄 방출을 늘려 대기 중 메탄의 양을 증가시킨다.
④ X — ㄴ과 ㄹ은 옳지만 ㄷ이 틀렸다. '구름 증가에 의한 알베도 감소'가 아니라 일반적으로 '구름 증가에 의한 알베도 증가'이다.

오답 포인트

ㄱ에서는 온도 상승과 기체 용해도를 같은 방향으로 생각하기 쉽고, ㄷ에서는 수증기의 온실효과와 구름의 태양 복사 반사 효과를 혼동하기 쉽다. 이 문항에서는 해수 온도 상승은 이산화탄소 용해도 감소, 구름 증가는 알베도 증가로 판단한다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

각 연결을 원인에서 결과 방향으로 하나씩 판정한다. 해수 온도 상승→기체 용해도 감소, 해빙 감소→극소용돌이 약화 가능, 구름 증가→알베도 증가, 영구동토층 융해→메탄 증가의 관계를 적용한다.

암기 포인트

따뜻한 바다는 이산화탄소를 덜 녹이고, 구름은 반사를 늘리며, 녹는 영구동토층은 메탄을 내놓는다.

NoteBase

문 8. 다음 중 난류에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 부력에 의해 열적 난류가 발생한다.
② 레이놀즈 수가 100 이하이면 난류가 발생한다.
③ 리차드슨 수가 0일 때는 기계적 난류만 존재한다.
④ 분자 점성은 항상 난류운동에너지를 감소시킨다.

정답 2번

출제 포인트

난류를 만드는 열적·기계적 요인과 레이놀즈 수, 리차드슨 수, 대기 안정도가 난류에 미치는 영향을 구분하는 문제이다.

핵심 개념

열적 난류: 부력에 의한 대류로 생성되는 난류이다.
기계적 난류: 바람의 연직 시어와 지면 마찰 등으로 생성되는 난류이다.
레이놀즈 수 Re: 관성력과 점성력의 상대적 크기를 나타내며, 값이 충분히 클수록 난류가 발생하기 쉽다.
리차드슨 수 Ri: 성층의 부력 효과와 바람 시어 효과의 상대적 크기를 나타낸다. $Ri = 0$이면 부력 효과가 없어 중립 상태이다.
안정 성층에서는 부력이 연직 운동을 억제하므로 난류운동에너지가 감소한다.

선지별 해설

① O — 지표 가열 등으로 공기덩이가 부력을 얻어 상승하면 대류가 생기고 열적 난류가 발생한다.
② X — 틀린 표현은 '레이놀즈 수가 100 이하이면 난류가 발생한다'이다. 레이놀즈 수가 작으면 점성력이 상대적으로 우세하여 층류가 유지되기 쉽고, 난류는 흐름별 임계값을 넘는 충분히 큰 레이놀즈 수에서 발생하기 쉽다.
③ O — $Ri = 0$이면 부력에 의한 생성이나 억제 효과가 없으므로, 존재하는 난류는 바람 시어·마찰에 따른 기계적 난류이다.
④ O — 안정 성층에서는 연직으로 이동한 공기덩이에 원래 위치로 되돌리는 부력이 작용하므로 연직 운동이 억제되고 난류운동에너지가 감소한다.

오답 포인트

②는 레이놀즈 수의 크기와 난류 발생 가능성의 관계를 반대로 제시했다. '100'이라는 숫자보다 레이놀즈 수가 작으면 점성 우세·층류, 크면 관성 우세·난류라는 방향을 판단해야 한다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

난류 발생 요인을 먼저 부력에 의한 열적 생성과 시어·마찰에 의한 기계적 생성으로 나눈다. 이어 레이놀즈 수는 클수록 난류에 유리하고, 안정 성층은 난류를 억제하며, $Ri = 0$은 부력 효과가 없는 중립 상태라는 기준을 적용한다.

암기 포인트

큰 Re는 난류, 안정 성층은 억제, $Ri = 0$은 부력 효과 0이다.

NoteBase

문 9. 다음 설명 중 옳은 것은?

① 성층권은 비균질권에 속한다.
② 푸른 하늘과 붉은 노을은 미(Mie) 산란으로 인해 나타난다.
③ 남극의 겨울철 지표면 온도가 북극의 겨울철 지표면 온도보다 낮다.
④ AM 라디오파의 수신은 이온권 D층의 일변화와 관련이 없다.

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 대기의 수직 구조, 빛의 산란, 극지방의 기온 차이, 전리층의 일변화를 구분하는 문제이다.

핵심 개념

균질권은 대기 성분의 혼합비가 거의 일정한 약 80 km 이하의 대기층으로, 대류권·성층권·중간권을 포함한다.
레일리 산란은 공기 분자처럼 빛의 파장보다 훨씬 작은 입자에 의한 산란으로, 짧은 파장의 빛을 더 강하게 산란시킨다. 미 산란은 먼지·물방울처럼 빛의 파장과 크기가 비슷한 입자에 의한 산란으로, 파장에 따른 차이가 작다.
전리층 D층은 낮에 발달하여 중파를 흡수하고 밤에는 크게 약해진다.

선지별 해설

① X — 틀린 표현은 '성층권은 비균질권에 속한다'이다. 성층권은 약 80 km 이하의 균질권에 속하므로, 올바르게는 '성층권은 균질권에 속한다'이다.
② X — 틀린 표현은 '미(Mie) 산란으로 인해 나타난다'이다. 푸른 하늘은 짧은 파장의 푸른빛이 강하게 산란되고, 붉은 노을은 빛의 통과 거리가 길어지면서 짧은 파장이 먼저 산란되어 붉은빛이 상대적으로 많이 남는 현상이다. 두 현상은 주로 레일리 산란으로 설명되므로, 올바르게는 '푸른 하늘과 붉은 노을은 주로 레일리 산란으로 인해 나타난다'이다.
③ O — 남극은 평균 고도가 높은 거대한 대륙 빙상이고, 북극은 해양 위의 해빙 지역이어서 바다의 완화 작용을 받는다. 따라서 남극의 겨울철 지표면 온도는 북극보다 낮다.
④ X — 틀린 표현은 '이온권 D층의 일변화와 관련이 없다'이다. 낮에 발달한 D층은 AM 방송에 쓰이는 중파를 흡수하고, 밤에는 D층이 약해져 중파가 상층 전리층에서 반사되어 더 먼 거리까지 도달할 수 있다. 올바르게는 'AM 라디오파의 수신은 이온권 D층의 일변화와 관련이 있다'이다.

NoteBase

오답 포인트

②에서는 산란 현상이라는 공통점만 보고 미 산란을 고르기 쉽지만, 푸른 하늘과 붉은 노을의 핵심은 짧은 파장을 더 강하게 산란시키는 레일리 산란이다. ④에서는 D층을 전파 반사층으로만 판단하기 쉽지만, D층의 핵심 작용은 낮 동안 중파를 흡수하여 원거리 AM 수신을 약하게 만드는 것이다.

다시 나오면 이렇게 판단

대기층 문항은 약 80 km 이하인지로 균질권 여부를 판단한다. 산란 문항은 입자가 파장보다 훨씬 작으면 레일리 산란, 파장과 비슷하면 미 산란으로 구분한다. 극지 기온은 고도와 해양의 완화 작용을 함께 비교하고, AM 수신은 낮의 D층 흡수와 밤의 D층 약화를 연결한다.

암기 포인트

성층권은 균질권, 푸른 하늘·붉은 노을은 레일리 산란, 남극 겨울은 북극보다 저온, AM 원거리 수신은 밤에 유리하다.

NoteBase

문 10. 다음 중 온도풍에 대한 설명으로 가장 옳지 않은 것은?

① 대기의 밀도가 기압에만 의존하면 온도풍은 존재하지 않는다.

② 온도풍은 높은 고도 지균풍($\overrightarrow{V}_{g,2}$)과 낮은 고도 지균풍($\overrightarrow{V}_{g,1}$)의 벡터 차($\overrightarrow{V}_{g,2}-\overrightarrow{V}_{g,1}$)를 뜻한다.

③ 동쪽으로 갈수록 온도가 증가하는 경우 북반구에서 바람은 상층으로 갈수록 북풍이 강해진다.

④ 북반구 한 지점의 바람이 고도가 높아짐에 따라 반시계 방향으로 바뀌면 그 지점의 기온은 시간에 따라 하강한다.

정답 3번

출제 포인트

온도풍의 정의와 대기의 경압성, 수평 기온 경도에 따른 연직 바람 시어의 방향, 바람의 연직 회전에 따른 온도 이류를 묻는 문제이다.

핵심 개념

온도풍은 두 고도에서의 지균풍 차이인 $\vec{V}_{g,2}-\vec{V}_{g,1}$로, 실제 바람이라기보다 지균풍의 연직 시어를 뜻한다. 수평 기온 차이가 없는 순압대기에서는 온도풍이 나타나지 않지만, 수평 기온 차이가 있는 경압대기에서는 온도풍이 생긴다. 북반구에서는 온도풍 벡터의 오른쪽에 따뜻한 공기가 놓인다.

선지별 해설

① O — 대기의 밀도가 기압만의 함수이면 등압면과 등밀도면이 일치하는 순압대기이다. 수평 기온 경도에 따른 지균풍의 연직 시어가 없으므로 온도풍은 존재하지 않는다.
② O — 온도풍은 높은 고도의 지균풍 $\vec{V}_{g,2}$과 낮은 고도의 지균풍 $\vec{V}_{g,1}$의 벡터 차 $\vec{V}_{g,2}-\vec{V}_{g,1}$를 뜻한다.
③ X — 틀린 표현은 '북풍이 강해진다'이다. 동쪽으로 갈수록 온도가 높아지면 북반구의 온도풍 벡터는 북쪽을 향하므로, 상층으로 갈수록 남쪽에서 북쪽으로 부는 남풍 성분이 강해진다. 올바르게는 '상층으로 갈수록 남풍이 강해진다'이다.
④ O — 북반구에서 바람이 고도에 따라 반시계 방향으로 도는 배킹은 한랭이류를 뜻한다. 찬 공기가 유입되므로 그 지점의 기온은 시간에 따라 하강한다.

오답 포인트

③에서는 바람 벡터가 향하는 방향과 바람이 불어오는 방향을 혼동하기 쉽다. 온도풍 벡터가 북쪽을 향한다는 것은 북풍이 아니라 남쪽에서 불어오는 남풍 성분이 강해진다는 뜻이다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 온도풍을 두 고도의 지균풍 차로 본다. 북반구에서는 온도풍 벡터의 오른쪽에 따뜻한 공기를 두어 방향을 정하고, 바람 이름은 불어오는 쪽을 기준으로 붙인다. 고도에 따라 시계 방향으로 도는 순전은 난기이류, 반시계 방향으로 도는 역전은 한랭이류로 판단한다.

암기 포인트

북반구 온도풍은 오른쪽이 따뜻하며, 순전은 난기이류·역전은 한랭이류이다.

NoteBase

문 11. 다음 중 열대수렴대(intertropical convergence zone)에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 열대수렴대가 위치하는 위도는 계절에 따른 차이를 보인다.
② 하층 수렴으로 인한 수평기류가 강해 적도강풍대로도 불린다.
③ 북반구의 북동 무역풍과 남반구의 남동 무역풍이 만나 수렴하는 지대이다.
④ 수렴에 의해 상승기류가 강해 적운형 구름과 소낙성 강수가 빈번히 발생한다.

정답 2번

출제 포인트

열대수렴대의 형성 원인, 계절에 따른 위치 변화, 바람과 강수의 특징을 구분하는 문제이다.

핵심 개념

열대수렴대는 북반구의 북동 무역풍과 남반구의 남동 무역풍이 모이는 저위도의 저압대이다. 지표 부근에서는 수평 바람이 약한 반면, 수렴한 공기가 상승하여 적운형 구름과 소낙성 강수가 자주 발생한다. 태양의 남북 이동에 따라 열대수렴대의 위치도 계절별로 이동한다.

선지별 해설

① O — 열대수렴대는 태양의 직사점과 가열대의 남북 이동을 따라 위치가 계절적으로 달라진다.
② X — 틀린 표현은 '수평기류가 강해 적도강풍대'이다. 실제로는 하층 공기가 수렴한 뒤 상승하므로 지표 부근의 수평풍이 약하며, 이 때문에 적도무풍대라고도 한다.
③ O — 북반구의 북동 무역풍과 남반구의 남동 무역풍이 만나 수렴하는 지대이다.
④ O — 수렴한 고온다습한 공기가 강하게 상승하므로 적운형 구름이 발달하고 소낙성 강수가 빈번하게 발생한다.

오답 포인트

②는 '상승기류가 강하다'는 사실을 '수평기류도 강하다'로 바꾼 선지이다. 열대수렴대에서는 수직 상승운동은 강하지만 지표의 수평풍은 약하다는 점을 구분해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

열대수렴대는 '무역풍의 수렴 → 강한 상승 → 적운형 구름과 소낙성 강수'의 흐름으로 판단한다. 바람을 물으면 수직운동은 강하고 지표 수평풍은 약하다는 기준을 적용한다.

NoteBase

암기 포인트

열대수렴대는 수평풍은 약하고 상승기류와 소낙성 강수는 강하다.

NoteBase

문 12. 다음은 뇌우의 쇠퇴기에 관한 설명이다. 빈칸에 들어갈 단어로 가장 알맞은 것은?

> 뇌우가 쇠퇴기에 도달하면 구름 속에 하강기류만 남게 되어 강수가 거의 종료되고 안정된 형태를 가진다. 이 때 매우 강한 하강기류가 지표면까지 도달하는 것을 _____(이)라고 한다. _____(은)는 관측이 힘들고 하층바람을 급변하게 하여 이·착륙 중인 항공기에 매우 위험한 상황을 초래할 수 있다.

① 마이크로버스트
② 하층제트
③ 돌풍전선
④ 에코동굴

정답 1번

출제 포인트

뇌우의 쇠퇴기에 강한 하강기류가 지표에 충돌하여 사방으로 퍼질 때 나타나는 마이크로버스트의 개념과 항공 위험성을 묻는 문제이다.

핵심 개념

마이크로버스트는 뇌우에서 발생한 매우 강한 국지적 하강기류가 지표에 부딪힌 뒤 수평으로 급격히 퍼지는 현상이다. 짧은 거리에서 풍향과 풍속이 크게 바뀌는 저층 윈드시어를 일으키므로 이륙·착륙 중인 항공기에 특히 위험하다.
하층제트는 대기 하층에서 주변보다 풍속이 매우 강한 수평 기류이고, 돌풍전선은 뇌우의 차가운 유출기류와 주변의 따뜻한 공기가 만나는 경계이다. 에코동굴은 강한 상승기류 때문에 강수입자가 들어가기 어려워 레이더 에코가 약하거나 비어 보이는 영역이다.

선지별 해설

① O — 마이크로버스트는 강한 하강기류가 지표에 도달해 사방으로 퍼지는 현상이다. 관측이 쉽지 않고 저층 바람을 급변시켜 이륙·착륙 항공기에 위험하므로 두 빈칸에 모두 알맞다.
② X — 틀린 표현은 '하층제트'이다. 하층제트는 대기 하층에 나타나는 강한 수평 바람대이며, 지표에 충돌하는 국지적 하강기류를 뜻하지 않는다. 올바르게는 '마이크로버스트'이다.
③ X — 틀린 표현은 '돌풍전선'이다. 돌풍전선은 뇌우에서 나온 찬 공기가 지표를 따라 퍼지면서 주변 공기와 이루는 경계이다. 강한 하강기류가 지표에 도달하는 현상 자체는 '마이크로버스트'이다.
④ X — 틀린 표현은 '에코동굴'이다. 에코동굴은 강한 상승기류와 관련되어 레이더에서 에코가 약하거나 비어 보이는 영역이며, 쇠퇴기의 강한 하강기류를 가리키지 않는다. 올바르게는 '마이크로버스트'이다.

NoteBase

오답 포인트

③의 돌풍전선도 뇌우의 하강기류에서 나온 찬 공기와 관련되므로 혼동하기 쉽다. 그러나 문제의 핵심 표현은 '매우 강한 하강기류가 지표면까지 도달'하고 '하층바람을 급변'시킨다는 것이므로 현상 자체인 마이크로버스트를 골라야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

'강한 국지적 하강기류가 지표에 충돌한다', '저층 바람이 급변한다', '이착륙 항공기에 위험하다'가 함께 제시되면 마이크로버스트로 판단한다. 찬 공기의 수평 확산 경계를 물으면 돌풍전선으로 구분한다.

암기 포인트

마이크로버스트는 아래로 급강하한 바람이 지표에서 사방으로 퍼지는 항공 위험 현상이다.

NoteBase

문 13. 지구 대기 꼭대기(Top of the Atmosphere)에 45°로 입사하는 파장 λ인 태양 복사강도 $I_{\lambda,\infty}$가 대기를 투과하며 15% 감소하여 지표에 도달하였다. 이때 대기의 연직 광학두께(optical thickness)는?

① $-\sqrt{2}\ln 0.85$ ② $-\sqrt{2}\ln 0.15$

③ $-\frac{\ln 0.85}{\sqrt{2}}$ ④ $-\frac{\ln 0.15}{\sqrt{2}}$

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 비어-람베르트 법칙에서 경사 입사에 따른 광학경로 증가를 반영하여 대기의 연직 광학두께를 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 입사각은 45°이고, 복사강도는 대기를 통과하며 15% 감소한다.
구해야 할 값: 대기의 연직 광학두께 τ이다.
주의할 조건: 15% 감소했다는 것은 투과율이 0.15가 아니라 $1-0.15=0.85$라는 뜻이다. 또한 45° 경사 입사에서는 실제 광학경로가 연직경로보다 길어진다.

사용할 공식

입사각(천정각)을 θ, 연직 광학두께를 τ라 하면 투과율은
$\frac{I}{I_0}=\exp\left(-\frac{\tau}{\cos\theta}\right)$
이다. 따라서
$\tau=-\cos\theta\ln\left(\frac{I}{I_0}\right)$
이다. 경사 입사에서는 연직 광학두께 τ가 경사경로에서 $\tau/\cos\theta$로 증가하므로 이 공식을 사용한다.

계산 과정

1. 복사강도가 15% 감소했으므로 $I/I_0=0.85$이다.
2. $\cos 45^\circ = 1/\sqrt{2}$를 공식에 대입한다.
3. 연직 광학두께는
$\tau=-\cos 45^\circ \ln 0.85=-\frac{\ln 0.85}{\sqrt{2}}$
가 된다.

NoteBase

선지 판단

① X — $-\sqrt{2}\ln 0.85$는 각도 보정계수를 반대로 적용한 식이다. $\cos 45^\circ = 1/\sqrt{2}$를 곱해야 하므로 올바른 식은 $-\ln 0.85/\sqrt{2}$이다.
② X — $-\sqrt{2}\ln 0.15$는 감소분 0.15를 투과율로 잘못 사용하고 각도 보정도 반대로 적용한 식이다. 올바르게는 투과율 0.85와 $\cos 45^\circ = 1/\sqrt{2}$를 사용하여 $-\ln 0.85/\sqrt{2}$가 된다.
③ O — 투과율 0.85와 45°의 각도 보정을 모두 정확히 적용한 $-\ln 0.85/\sqrt{2}$이므로 계산 결과와 일치한다.
④ X — $-\ln 0.15/\sqrt{2}$는 15% 감소를 투과율 0.15로 잘못 해석한 식이다. 올바르게는 남은 비율 0.85를 사용하여 $-\ln 0.85/\sqrt{2}$로 고쳐야 한다.
계산 결과 $-\ln 0.85/\sqrt{2}$이므로 정답은 3번이다.

오답 포인트

핵심 함정은 '15% 감소'를 $I/I_0 = 0.15$로 보는 것과, 경사경로의 광학두께 $\tau/\cos\theta$를 연직 광학두께로 되돌릴 때 $\cos\theta$를 나누는 것이다. 투과율은 0.85이고, 연직 광학두께를 구할 때는 $\cos 45^\circ$를 곱한다.

다시 나오면 이렇게 판단

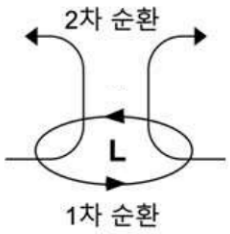
감소율을 먼저 남은 투과율로 바꾼 뒤, $I/I_0 = \exp(-\tau/\cos\theta)$에 대입하고 마지막에 각도 보정의 곱셈·나눗셈 방향을 검산한다.

암기 포인트

경사 입사의 연직 광학두께는 $\tau = -\cos\theta \ln(I/I_0)$이고, 15% 감소의 투과율은 0.85이다.

NoteBase

문 14. 다음 중 태풍의 순환 및 마찰력에 관한 설명으로 옳지 않은 것은?



① 태풍의 1차 순환은 마찰력의 영향을 받아 해수면 위의 공기를 수렴시킨다.
② 마찰이 없다면 열대 해상에 위치한 태풍의 1차 순환은 경도풍 균형을 이룬다.
③ 마찰력은 태풍의 1차 순환을 약화시키지만 2차 순환을 강화시키기도 한다.
④ 마찰력의 영향을 벗어난 고도에서 배경대기는 태풍의 순환에 영향을 주지 않는다.

정답 4번

출제 포인트

태풍의 1차 순환은 중심 저기압 L 주위를 도는 수평 회전 흐름이고, 2차 순환은 하층 유입·상승·상층 유출로 이어지는 연직 순환이다. 도식의 원형 화살표와 상층에서 바깥쪽으로 퍼지는 화살표를 구분하고, 마찰이 두 순환에 미치는 영향을 판단하는 문제이다.

선지별 해설

① O — 해수면 부근에서는 마찰 때문에 바람이 등압선을 가로질러 저기압 중심 쪽으로 불어 들어가므로 하층 공기가 수렴한다.
② O — 마찰이 없는 자유대기에서 태풍의 곡률을 가진 1차 순환은 기압경도력·전향력·원심력의 균형인 경도풍 균형에 가깝다.
③ O — 마찰은 접선 방향의 1차 순환 풍속을 줄이지만, 동시에 중심 쪽 하층 유입과 수렴을 일으켜 상승과 상층 유출로 이어지는 2차 순환을 강화할 수 있다.
④ X — 틀린 표현은 '배경대기는 태풍의 순환에 영향을 주지 않는다'이다. 고도가 높아지면 지표 마찰의 직접적인 영향은 작아지지만, 배경대기의 흐름과 연직 바람 시어, 상층 발산과 유출은 태풍의 순환과 구조에 영향을 준다. 올바르게는 '마찰층 위에서는 지표 마찰의 영향이 작아지지만 배경대기는 태풍의 순환에 영향을 줄 수 있다'이다.

오답 포인트

④는 '마찰력의 영향에서 벗어난다'는 말과 '배경대기의 영향도 없다'는 말을 같은 뜻처럼 연결한 것이 함정이다. 지표 마찰이 약해지는 것과 주변 대기 흐름의 영향이 사라지는 것은 별개의 판단이다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 중심을 도는 접선 방향 흐름을 1차 순환, 하층 유입·상승·상층 유출을 2차 순환으로 구분한다. 이어서 지표 마찰은 1차 순환을 약화시키면서 하층 수렴을 만들어 2차 순환을 강화할 수 있다는 관계를 적용한다.

암기 포인트

마찰은 1차 순환에는 감속, 2차 순환에는 하층 수렴을 통한 강화로 작용한다. 마찰 감소는 배경대기 영향의 소멸을 뜻하지 않는다.

NoteBase

문 15. 다음 중 북반구 행성소용돌이도와 상대소용돌이도에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 기압능의 상대소용돌이도는 기압골보다 작다.
② 행성소용돌이도는 고위도로 갈수록 증가한다.
③ 동쪽으로 이동하는 공기 기둥이 연직으로 단열팽창하면 상대소용돌이도가 커진다.
④ 장파일수록 행성소용돌이도 이류보다 상대소용돌이도 이류의 영향이 크다.

정답 4번

출제 포인트

북반구에서 행성소용돌이도와 상대소용돌이도가 위도, 기압능·기압골, 공기 기둥의 연직 신축 및 파장에 따라 어떻게 달라지는지를 묻는 문제이다.

핵심 개념

행성소용돌이도: 지구 자전에 의해 생기는 소용돌이도로, $f = 2\Omega\sin\phi$이며 북반구에서는 위도가 높아질수록 커진다.
상대소용돌이도: 지표에 대해 본 공기의 국지적 회전 정도이다. 북반구에서 기압골의 저기압성 회전은 양(+), 기압능의 고기압성 회전은 음(-)으로 본다.
파장에 따른 구분: 장파에서는 위도 변화에 따른 행성소용돌이도 이류가, 단파에서는 곡률과 풍속 변화에 따른 상대소용돌이도 이류가 상대적으로 중요하다.

선지별 해설

① O — 북반구에서 기압능은 고기압성인 음(-)의 상대소용돌이도, 기압골은 저기압성인 양(+)의 상대소용돌이도를 가지므로 기압능의 값이 기압골의 값보다 작다.
② O — 행성소용돌이도는 $f = 2\Omega\sin\phi$로 나타내며, 북반구에서는 위도 ϕ가 커질수록 증가한다.
③ O — 공기 기둥이 연직으로 팽창하면 기둥의 두께가 증가한다. 위치소용돌이도 보존에 따라 절대소용돌이도도 증가해야 하며, 동쪽 이동으로 위도가 변하지 않아 행성소용돌이도가 일정하므로 상대소용돌이도가 커진다.
④ X — 틀린 표현은 '장파일수록 상대소용돌이도 이류의 영향이 크다'이다. 올바르게는 장파일수록 행성소용돌이도 이류의 영향이 크고, 단파일수록 상대소용돌이도 이류의 영향이 크다.

오답 포인트

④는 파장에 따른 두 소용돌이도 이류의 상대적 중요도를 서로 뒤바꾼 선지이다. 장파는 남북 규모가 커서 위도에 따른 행성소용돌이도 변화의 영향을 크게 받고, 단파는 곡률과 풍속 변화가 커서 상대소용돌이도 이류의 영향이 두드러진다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 행성소용돌이도는 위도, 상대소용돌이도는 공기의 회전과 관련된다는 기준을 세운다. 이어 ‘장파-행성소용돌이도 이류, 단파-상대소용돌이도 이류’의 대응으로 선지를 판단한다.

암기 포인트

고위도일수록 f가 크며, 장파는 행성소용돌이도 이류, 단파는 상대소용돌이도 이류가 중요하다.

NoteBase

문 16. 다음 중 강수 생성 과정에 대한 설명으로 가장 옳지 않은 것은?

① 결착(accretion)은 과냉각수적이 빙정과 충돌할 때 발생한다.
② 구름 내에서 난류에 의한 혼합은 수적 간 충돌을 효과적으로 일으킨다.
③ 다른 과정의 도움 없이 응결만으로는 강수의 발생이 오래 걸린다.
④ 베르게론(Bergeron) 과정은 얼지 않은 따뜻한 구름에서 활발히 일어난다.

정답 4번

출제 포인트

강수가 만들어지는 과정인 응결, 충돌·병합, 결착, 베르제론 과정의 성립 조건을 구분하는 문제이다.

핵심 개념

응결은 수증기가 작은 구름방울로 바뀌는 과정이며, 응결만으로 빗방울 크기까지 성장하는 데에는 매우 오랜 시간이 걸린다.
충돌·병합은 구름방울들이 서로 부딪쳐 합쳐지면서 큰 물방울로 성장하는 과정이고, 난류는 물방울 사이의 충돌 기회를 늘린다.
결착은 과냉각수적이 빙정과 충돌해 얼어붙으면서 빙정이 커지는 과정이다.
베르제론 과정은 영하의 혼합상 구름에서 물에 대한 포화수증기압이 얼음에 대한 포화수증기압보다 큰 차이를 이용해 빙정이 성장하는 과정이다.

선지별 해설

① O — 결착은 과냉각수적이 빙정과 충돌하여 얼어붙을 때 일어나므로 옳다.
② O — 구름 속 난류는 크기가 다른 수적들의 상대운동과 충돌 기회를 늘려 수적 간 충돌·병합을 효과적으로 일으키므로 옳다.
③ O — 응결만으로는 구름방울이 강수 크기까지 성장하는 속도가 매우 느리므로, 실제 강수 생성에는 충돌·병합이나 빙정 성장과 같은 과정이 필요하다.
④ X — 틀린 표현은 '얼지 않은 따뜻한 구름에서 활발히 일어난다'이다. 올바르게는 베르제론 과정이 빙정과 과냉각 물방울이 함께 존재하는 영하의 차가운 혼합상 구름에서 활발히 일어난다.

오답 포인트

④는 베르제론 과정을 따뜻한 구름의 충돌·병합 과정과 바꾸어 제시했다. 따뜻한 구름에서는 주로 수적의 충돌·병합이 중요하고, 베르제론 과정에는 빙정과 과냉각 물방울이 함께 필요하다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

선지에 빙정·과냉각수적·영하의 혼합상 구름이 나오면 결착 또는 베르제론 과정을, 따뜻한 구름·물방울끼리의 성장이 나오면 충돌·병합 과정을 연결한다. 베르제론 과정을 얼지 않은 따뜻한 구름과 연결한 설명은 틀린 것으로 판단한다.

암기 포인트

따뜻한 구름은 충돌·병합, 차가운 혼합상 구름은 베르제론 과정이다.

NoteBase

문 17. 다음 중 북반구 제트류에 관한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 한대제트의 입구 오른쪽에는 비지균 순환으로 인한 상승류가 존재한다.
② 겨울철 중층대기에는 극-적도 간 온도차로 인한 동풍의 극야제트가 존재한다.
③ 제트 입구 주위의 연직운동으로 인해 대류권계면 접힘 현상이 나타나기도 한다.
④ 아열대제트는 저위도에서 고위도로 이동하는 공기가 각운동량을 보존하기 위해 서풍이 강화되면서 발생한다.

정답 2번

출제 포인트

제트 입구의 비지균 순환과 대류권계면 접힘, 극야제트의 풍향, 아열대제트의 형성 원리를 구별하는 문제이다.

핵심 개념

제트류는 대류권 상부나 성층권에서 좁고 강하게 부는 띠 모양의 바람이다. 환대제트의 입구에서는 비지균 횡단순환에 따라 상승·하강 영역이 나뉘며, 대류권계면 접힘이 나타날 수 있다. 극야제트는 겨울철 극지방 성층권의 강한 서풍이고, 아열대제트는 해들리 순환의 상층 공기가 극 쪽으로 이동하면서 각운동량을 보존하는 과정에서 강화되는 서풍이다.

선지별 해설

① O — 환대제트 입구의 오른쪽에는 제트축을 가로지르는 비지균 횡단순환과 상층 발산에 대응하는 상승류가 존재한다.
② X — 틀린 표현은 '동풍의 극야제트'이다. 극야제트는 겨울철 극지방 성층권에서 극과 저위도 사이의 큰 온도 경도에 대응하여 형성되는 강한 서풍이다. 따라서 '서풍의 극야제트가 존재한다'로 고쳐야 한다.
③ O — 제트 입구 부근의 수렴·발산과 이에 따른 연직운동은 대류권계면을 크게 변형하므로 대류권계면 접힘 현상이 나타날 수 있다.
④ O — 저위도 상층 공기가 고위도로 이동하면 지구 자전축까지의 거리가 줄어든다. 이때 절대각운동량을 보존하는 과정에서 동쪽 방향의 속도, 즉 서풍이 강해져 아열대제트가 형성된다.

오답 포인트

②는 겨울철의 큰 극—적도 온도차라는 그럴듯한 원인에 '동풍'을 끼워 넣은 선지이다. 극야라는 명칭 때문에 동풍으로 오해하기 쉽지만, 겨울철 극야제트의 핵심 풍향은 서풍이다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

제트류 선지는 먼저 위치와 풍향을 확인한 뒤 형성 원리를 연결한다. 극야제트는 겨울 성층권의 서풍, 아열대제트는 극향 상층류의 각운동량 보존, 제트 입구는 비지균 횡단순환에 따른 연직운동으로 판단한다.

암기 포인트

극야제트는 겨울 성층권의 서풍, 아열대제트는 각운동량 보존으로 강화된 서풍이다.

NoteBase

문 18. 다음 중 대륙과 해양에서 관측되는 적운형 구름의 비교로 옳은 것을 모두 고른 것은?

㉠ 구름 입자의 농도와 크기는 응결핵의 수와 종류에 따라 크게 영향을 받는다.
㉡ 해양에서의 단위 부피당 구름입자 개수는 대륙에 비해 많다.
㉢ 대륙에서의 구름입자의 평균 크기는 해양에 비해 크다.

① ㉠
② ㉡
③ ㉠, ㉡
④ ㉠, ㉡, ㉢

정답 1번

출제 포인트

대륙과 해양에서 구름응결핵의 수와 종류가 구름입자의 농도와 평균 크기에 어떤 차이를 만드는지를 묻는 문제이다.

핵심 개념

구름응결핵은 수증기가 응결하여 구름입자가 형성되는 바탕 입자이다. 구름입자의 농도와 크기는 구름응결핵의 수와 종류에 크게 좌우된다.
대륙의 구름은 일반적으로 구름응결핵이 많아 단위 부피당 구름입자 수가 많고 평균 입자 크기는 작다. 해양의 구름은 구름응결핵이 상대적으로 적어 구름입자 수가 적고 평균 입자 크기는 크다.

선지별 해설

① O — ㄱ만 옳다는 조합이다. ㄱ은 구름입자의 농도와 크기가 응결핵의 수와 종류에 크게 영향을 받는다는 내용이므로 옳다.
② X — ㄴ만 옳다는 조합이지만 ㄴ은 틀리다. 틀린 표현은 '해양에서의 단위 부피당 구름입자 개수는 대륙에 비해 많다'이다. 올바르게는 대륙의 구름입자 개수가 해양보다 많다.
③ X — ㄱ과 ㄴ이 모두 옳다는 조합이지만 ㄴ이 틀리므로 정답이 될 수 없다. 올바른 조합은 ㄱ만 포함한 것이다.
④ X — ㄱ, ㄴ, ㄷ이 모두 옳다는 조합이지만 ㄴ과 ㄷ이 틀리다. ㄴ은 대륙의 단위 부피당 구름입자 개수가 해양보다 많다고 고쳐야 한다. ㄷ의 '대륙에서의 구름입자의 평균 크기는 해양에 비해 크다'도 반대이며, 올바르게는 해양 구름입자의 평균 크기가 대륙보다 크다.

NoteBase

오답 포인트

구름입자의 개수와 크기를 같은 방향으로 생각하면 ㄴ과 ㄷ을 잘못 판단하기 쉽다. 이 문항에서는 대륙 구름이 '개수는 많고 크기는 작다'는 점이 핵심 함정이다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 응결핵이 많을수록 형성되는 구름입자 수가 많아진다는 관계를 적용한다. 그다음 한정된 수증기가 더 많은 입자에 나뉘어 응결하므로 각 입자의 평균 크기는 작아진다고 판단한다. 따라서 대륙은 입자 수가 많고 크기가 작으며, 해양은 입자 수가 적고 크기가 크다.

암기 포인트

대륙은 다소소(응결핵 다수·입자 수 다수·입자 크기 소), 해양은 적적대(응결핵 적음·입자 수 적음·입자 크기 큼)이다.

NoteBase

문 19. 다음 중 남극에서 발생하는 오존홀에 대한 설명으로 옳은 것은?

① 오존홀이 관측되는 시기는 북반구 여름이다.
② 오존홀 발생 전 성층권 온도가 급격히 상승하여 극성층운이 형성된다.
③ 일사로 인하여 오존을 파괴하는 물질이 생성되어 오존홀이 발생한다.
④ 오존층 온도가 가장 낮은 시기와 오존홀 발생 시기는 일치한다.

정답 3번

출제 포인트

남극 오존홀의 형성에 필요한 저온·극성층운·햇빛의 관계와 오존홀이 크게 발달하는 계절을 묻는 문제이다.

핵심 개념

남극 오존홀은 남극 성층권의 오존 농도가 남반구 봄에 급격히 감소하는 현상이다.
남반구 겨울에는 극야와 강한 극 소용돌이로 성층권이 매우 차가워져 극성층운이 형성되고, 그 표면 반응으로 염소 성분이 활성화되기 쉬운 형태로 바뀐다. 남반구 봄에 햇빛이 돌아오면 광화학 반응으로 활성 염소가 생성되어 오존을 연쇄적으로 파괴하므로 오존홀이 크게 발달한다.

선지별 해설

① X — 남극 오존홀이 뚜렷하게 관측되는 대표적 시기는 북반구 여름이 아니라 남반구 봄, 즉 북반구 가을이다. 틀린 표현인 '북반구 여름'은 '남반구 봄'으로 고쳐야 한다.
② X — 극성층운은 오존홀 발생 전에 성층권 온도가 급격히 상승해서가 아니라 매우 낮아질 때 형성된다. 틀린 표현인 '급격히 상승하여'는 '크게 하강하여'로 고쳐야 한다.
③ O — 남반구 봄에 햇빛이 돌아오면 광화학 반응으로 활성 염소가 생성되고, 이것이 오존을 연쇄적으로 파괴하여 오존홀이 발달한다.
④ X — 성층권 온도가 가장 낮은 때는 햇빛이 없는 남반구 겨울이고, 오존홀이 크게 발달하는 때는 햇빛이 돌아오는 남반구 봄이므로 두 시기는 일치하지 않는다. 틀린 표현인 '일치한다'는 '일치하지 않으며, 최저 온도 시기가 오존홀의 본격적인 발달보다 앞선다'로 고쳐야 한다.

오답 포인트

오존홀에는 저온과 햇빛이 모두 필요하지만 두 조건이 동시에 시작되는 것은 아니다. 겨울의 저온은 극성층운과 염소 활성화의 준비 조건을 만들고, 봄의 햇빛은 실제 오존 파괴 반응을 빠르게 진행시킨다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

계절 순서를 '남반구 겨울의 강한 냉각과 극성층운 형성 → 남반구 봄의 일사 회복과 활성 염소 생성 → 급격한 오존 파괴'로 연결하면 판단할 수 있다.

암기 포인트

겨울의 저온이 준비하고, 봄의 햇빛이 오존 파괴를 작동시킨다.

NoteBase

문 20. 발달하는 중위도 경압파동에 대한 다음 설명 중 옳은 것은?

① 지균운동을 따르는 단열조건 아래서 절대소용돌이도는 보존된다.
② 절대소용돌이도 이류는 파동을 수평적으로 전파하는 역할을 한다.
③ 하층의 상대소용돌이도 이류는 상층골과 마루의 진폭을 강화한다.
④ 온도 이류는 500hPa 골과 마루 위의 대류권 상부에서 가장 크다.

정답 2번

출제 포인트

발달하는 중위도 경압파동에서 절대소용돌이도 이류는 파동의 수평 전파를, 하층 온도 이류는 상층 골과 마루의 발달을 좌우한다는 점을 묻는다.

핵심 개념

절대소용돌이도 이류: 절대소용돌이도가 바람에 의해 수평으로 옮겨지는 현상이며, 상층 파동의 이동과 관련된다.
하층 온도 이류: 하층에서 따뜻하거나 찬 공기가 바람에 의해 이동하는 현상이며, 경압성을 이용해 상층 골과 마루의 진폭을 발달시킨다.
보존 법칙: 단열·마찰 없는 흐름에서 일반적으로 보존되는 것은 절대소용돌이도 자체가 아니라 위치소용돌이도이다. 절대소용돌이도 보존에는 수평 비발산과 같은 추가 조건이 필요하다.

선지별 해설

① X — 틀린 표현은 '단열조건 아래서 절대소용돌이도는 보존된다'이다. 단열조건만으로 절대소용돌이도가 보존되는 것은 아니며, 단열·마찰 없는 흐름에서 보존되는 기본량은 위치소용돌이도이다. 절대소용돌이도는 수평 비발산 흐름과 같은 조건에서 보존된다고 고쳐야 한다.
② O — 절대소용돌이도 이류는 골과 마루의 소용돌이도 분포를 바람을 따라 옮기므로 중위도 파동을 수평 방향으로 전파시키는 역할을 한다.
③ X — 틀린 표현은 '하층의 상대소용돌이도 이류'이다. 상층 골과 마루의 진폭을 강화하는 데 중요한 것은 하층의 온도 이류이며, 하층의 따뜻한 공기 이류와 찬 공기 이류가 경압파동의 발달에 기여한다고 고쳐야 한다.
④ X — 틀린 표현은 '500*hPa* 골과 마루 위의 대류권 상부에서 가장 크다'이다. 중위도 경압파동의 온도 이류는 온도 경도가 큰 대류권 하층에서 뚜렷하고, 보통 850*hPa* 부근의 하층 일기도로 판단한다고 고쳐야 한다.

NoteBase

오답 포인트

②의 '절대소용돌이도 이류'와 ③에서 요구되는 '하층 온도 이류'를 바꾸어 기억하기 쉽다. 소용돌이도 이류는 파동의 수평 이동, 하층 온도 이류는 골·마루의 진폭 발달과 연결된다. 또한 단열이라는 말만 보고 ①의 절대소용돌이도 보존을 선택하면 안 된다.

다시 나오면 이렇게 판단

파동의 '전파·이동'을 물으면 절대소용돌이도 이류를, 파동의 '발달·진폭 강화'를 물으면 하층 온도 이류를 연결한다. 보존량을 물으면 단열조건만으로 절대소용돌이도 보존을 단정하지 않고 위치소용돌이도 보존과 구별한다.

암기 포인트

소용돌이도 이류는 파동을 옮기고, 하층 온도 이류는 파동을 키운다.

NoteBase