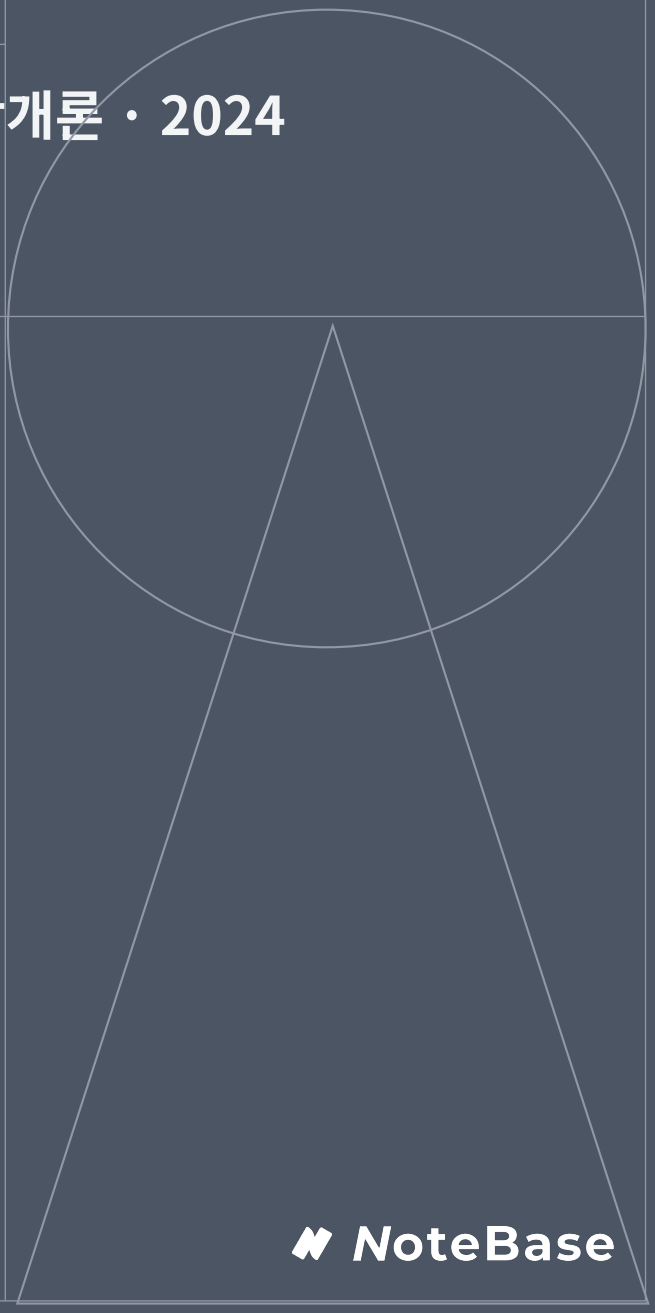
기출OX 해설집

공무원/기상직/9급 · 기상학개론 · 2024



NoteBase

기출OX 해설집

공무원/기상직/9급 · 기상학개론 · 2024

공무원/기상직/9급 · 기상학개론 · 2024

문 1. 강수 과정에 관한 설명으로 가장 옳지 않은 것은?

① 열대지역이나 여름철 중위도 지역에서 강수를 동반하는 구름의 최상부 온도가 0 °C 이상인 경우가 있다.
② 특정 반경 이상의 빗방울은 낙하하면서 작은 빗방울로 분열한다.
③ 구름 내부에서 물방울 간 낙하속도 차이가 작을수록 물방울 간의 충돌에 유리하다.
④ 해상에서 구름이 갑자기 발달하는 원인 중 하나로, 대륙에 비해 해양에서 구름 물방울 크기 분포의 폭이 더 넓은 것을 들 수 있다.

정답 3번

출제 포인트

강수 발달 과정에서 따뜻한 비의 충돌·병합, 큰 빗방울의 분열, 해양성 구름의 물방울 크기 분포를 구분하는 문제이다.

핵심 개념

충돌·병합은 낙하속도가 다른 구름 물방울들이 만나 합쳐지면서 더 큰 물방울로 성장하는 과정이다. 큰 물방울일수록 더 빨리 떨어지므로 물방울 사이의 낙하속도 차이가 클수록 서로 충돌할 가능성이 커진다.

선지별 해설

① O — 열대지역이나 여름철 중위도에서는 구름의 최상부 온도가 0 °C 이상인 따뜻한 구름에서도 충돌·병합 과정으로 강수가 내릴 수 있다.
② O — 일정 크기 이상으로 커진 빗방울은 낙하 중 공기저항에 의해 변형되어 불안정해지고, 더 작은 빗방울로 분열할 수 있다.
③ X — 틀린 표현은 '낙하속도 차이가 작을수록'이다. 올바르게는 물방울 사이의 낙하속도 차이가 클수록 빠르게 떨어지는 큰 물방울이 작은 물방울을 따라잡기 쉬워 충돌·병합에 유리하다.
④ O — 해양에서는 큰 해염 입자 등이 응결핵으로 작용하여 구름 물방울의 크기 분포가 대륙보다 넓어질 수 있다. 크기가 다양한 물방울이 존재하면 낙하속도 차이가 커져 충돌·병합이 빠르게 시작되므로 구름이 갑자기 발달할 수 있다.

NoteBase

오답 포인트

③은 물방울의 낙하속도가 비슷해야 서로 만나기 쉽다고 착각하게 만든다. 실제로는 속도 차가 커야 큰 물방울이 작은 물방울을 따라잡아 충돌할 수 있다.

다시 나오면 이렇게 판단

충돌·병합 선지는 '큰 물방울은 더 빨리 낙하한다 → 상대속도가 커진다 → 작은 물방울을 따라잡는다 → 충돌이 증가한다'의 순서로 판단한다.

암기 포인트

물방울 크기 차이 증가 → 낙하속도 차이 증가 → 충돌·병합 증가이다.

NoteBase

문 2. 단위 부피의 공기에 포함된 수증기의 질량을 표현하는 용어로 옳은 것은?

① 혼합비 ② 수증기압
③ 절대습도 ④ 비습

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 공기 중 수증기량을 나타내는 습도 관련 용어를 분모가 무엇인지에 따라 구별하는 문제이다.

핵심 개념

절대습도는 단위 부피의 공기 속에 들어 있는 수증기의 질량이다.
혼합비는 수증기의 질량을 건조공기의 질량으로 나눈 값이고, 비습은 수증기의 질량을 습윤공기 전체의 질량으로 나눈 값이다. 수증기압은 공기 중 수증기가 나타내는 부분압이다.

선지별 해설

① X
혼합비는 수증기 질량과 건조공기 질량의 비이다. 틀린 표현은 '단위 부피의 공기에 포함된 수증기의 질량'이며, 올바르게는 '수증기의 질량을 건조공기의 질량으로 나눈 값'이다.

② X
수증기압은 공기 중 수증기가 나타내는 부분압이므로 수증기의 질량을 뜻하지 않는다. 틀린 표현은 '수증기의 질량'이며, 올바르게는 '수증기가 나타내는 부분압'이다.

③ O
절대습도는 단위 부피의 공기에 포함된 수증기의 질량을 나타내므로 문제의 정의와 정확히 일치한다.

④ X
비습은 수증기의 질량을 수증기를 포함한 습윤공기 전체의 질량으로 나눈 값이다. 틀린 표현은 '단위 부피당 수증기 질량'이며, 올바르게는 '수증기 질량을 습윤공기 전체 질량으로 나눈 값'이다.

오답 포인트

혼합비와 비습은 모두 수증기량을 나타내지만, 둘 다 질량비이다. 문제의 '단위 부피'라는 표현을 놓치면 혼합비나 비습과 혼동하기 쉽다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

분모에 해당하는 기준을 확인한다. 부피를 기준으로 수증기 질량을 나타내면 절대습도, 건조공기 질량을 기준으로 하면 혼합비, 습윤공기 전체 질량을 기준으로 하면 비습, 압력으로 나타내면 수증기압이다.

암기 포인트

단위 부피당 수증기 질량은 절대습도이다.

NoteBase

문 3. 다음 빈칸에 들어갈 용어들로 바르게 연결된 것은?

> 흑체복사의 스펙트럼 분포는 (ㄱ)에 의해 설명되며, (ㄱ)에 따르면, 흑체복사의 강도는 파장과 (ㄴ)의 함수이다. 이때, 흑체가 방출하는 에너지가 최대인 파장은 (ㄷ)에 따라 (ㄴ)에 (ㄹ)한다.

	(ㄱ)	(ㄴ)	(ㄷ)	(ㄹ)
①	플랑크 법칙	압력	빈의 변위법칙	반비례
②	플랑크 법칙	온도	빈의 변위법칙	반비례
③	스테판-볼츠만 법칙	압력	키르히호프 법칙	비례
④	스테판-볼츠만 법칙	온도	키르히호프 법칙	비례

정답 2번

출제 포인트

흑체복사의 스펙트럼 분포를 설명하는 법칙과 복사 강도의 결정 변수, 최대 복사 파장의 온도 의존성을 올바르게 연결하는 문제이다.

핵심 개념

플랑크 법칙: 흑체의 파장별 복사 강도가 파장과 절대온도에 따라 어떻게 분포하는지를 설명한다.
빈의 변위법칙: 흑체복사 에너지가 최대가 되는 파장과 절대온도의 곱은 일정하며, $\lambda_{max}T = b$이다. 따라서 온도가 높을수록 최대 복사 파장은 짧아진다.
스테판-볼츠만 법칙: 흑체가 모든 파장에 걸쳐 방출하는 총 복사에너지는 절대온도의 네제곱 T^4에 비례한다.
키르히호프 법칙: 열평형 상태에서 같은 파장에 대한 물체의 방사율과 흡수율의 관계를 설명한다.

선지별 해설

① X — '압력'이 틀렸다. 흑체복사의 파장별 강도는 플랑크 법칙으로 설명되며 파장과 온도의 함수이다. 올바르게는 '플랑크 법칙—온도—빈의 변위법칙—반비례'이다.
② O — 흑체복사의 스펙트럼 분포는 플랑크 법칙으로 설명되고, 복사 강도는 파장과 온도의 함수이다. 최대 복사 파장은 빈의 변위법칙에 따라 온도에 반비례한다.
③ X — '스테판-볼츠만 법칙', '압력', '키르히호프 법칙', '비례'가 모두 틀렸다. 스테판-볼츠만 법칙은 총 복사에너지와 온도의 관계를 나타내며, 최대 복사 파장의 이동을 설명하지 않는다. 올바르게는 '플랑크 법칙—온도—빈의 변위법칙—반비례'이다.
④ X — '스테판-볼츠만 법칙', '키르히호프 법칙', '비례'가 틀렸다. 온도는 맞지만, 스펙트럼 분포는 플랑크 법칙으로 설명되고 최대 복사 파장은 빈의 변위법칙에 따라 온도에 반비례한다. 올바르게는 '플랑크 법칙—온도—빈의 변위법칙—반비례'이다.

NoteBase

오답 포인트

스테판-볼츠만 법칙과 빈의 변위법칙을 모두 온도에 관한 복사 법칙이라는 이유로 혼동하기 쉽다. 스테판-볼츠만 법칙은 총 복사에너지, 빈의 변위법칙은 최대 복사 파장, 플랑크 법칙은 파장별 스펙트럼 분포를 설명한다. 또한 최대 복사 파장은 온도에 비례하는 것이 아니라 반비례한다.

다시 나오면 이렇게 판단

‘파장별 분포’는 플랑크 법칙, ‘총 복사에너지’는 스테판-볼츠만 법칙, ‘최대 복사 파장’은 빈의 변위법칙으로 구분한다. 최대 파장에 관한 선지에서는 온도가 높아질수록 파장이 짧아진다는 반비례 관계를 확인한다.

암기 포인트

분포는 플랑크, 총량은 스테판-볼츠만, 최대 파장의 이동은 빈이며, 온도가 높을수록 최대 파장은 짧아진다.

NoteBase

문 4. 강수입자에 의해 레일리 산란되어 관측자에 도달하는 빛의 강도에 영향을 미치는 요소를 모두 고르면?

ㄱ. 강수입자에 입사된 빛의 강도
ㄴ. 강수입자에 입사된 빛의 파장
ㄷ. 강수입자의 크기
ㄹ. 강수입자와 관측자까지의 거리

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

정답 4번

출제 포인트

레일리 산란으로 관측자에게 도달하는 빛의 강도가 입사광의 강도, 빛의 파장, 산란 입자의 크기, 산란 입자와 관측자 사이의 거리에 따라 어떻게 달라지는지를 묻는 문제이다.

핵심 개념

레일리 산란은 빛의 파장보다 매우 작은 입자에 의해 빛이 산란되는 현상이다. 같은 입자 물질과 관측 방향을 가정하면 산란광의 강도는 정성적으로 $I_s \propto I_0 a^6/(\lambda^4 R^2)$의 관계를 보인다. 여기서 I_0는 입사광의 강도, a는 입자의 크기, λ는 파장, R은 산란 입자와 관측자 사이의 거리이다. 따라서 ㄱ~ㄹ은 모두 관측되는 산란광의 강도에 영향을 준다.

선지별 해설

① X — ㄱ과 ㄴ만 고른 것은 입자의 크기인 ㄷ과 관측 거리인 ㄹ을 빠뜨렸으므로 틀리다. 올바르게는 ㄱ, ㄴ, ㄷ, ㄹ을 모두 포함해야 한다.
② X — ㄱ, ㄴ, ㄹ만 고른 것은 입자의 크기인 ㄷ을 빠뜨렸으므로 틀리다. 레일리 산란의 강도는 입자 크기에 매우 민감하므로 올바르게는 ㄱ, ㄴ, ㄷ, ㄹ을 모두 포함해야 한다.
③ X — ㄴ, ㄷ, ㄹ만 고른 것은 입사광의 강도인 ㄱ을 빠뜨렸으므로 틀리다. 산란광의 강도는 입사광이 강할수록 커지므로 올바르게는 ㄱ, ㄴ, ㄷ, ㄹ을 모두 포함해야 한다.
④ O — 입사광의 강도, 파장, 입자 크기, 입자와 관측자 사이의 거리는 모두 관측되는 레일리 산란광의 강도에 영향을 주므로 옳다.

오답 포인트

파장이 짧을수록 산란이 강하다는 사실만 떠올리면 ㄱ, ㄷ, ㄹ을 누락하기 쉽다. 특히 ㄹ은 산란 자체의 세기와 별개라고 오해하기 쉽지만, 관측자에게 도달하는 빛의 강도는 거리가 멀어질수록 감소한다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

관측되는 산란광의 강도를 물으면 광원 조건인 입사광의 강도, 빛의 조건인 파장, 산란체 조건인 입자 크기, 관측 조건인 거리를 차례로 확인한다.

암기 포인트

레일리 산란광의 강도는 입사광·파장·입자 크기·관측 거리의 영향을 모두 받는다.

NoteBase

문 5. 대기 중 전 지구적으로 그 총량이 일정하게 유지되며 국지적 변동이 극심하지 않은 기체를 영구기체라고 한다. 다음 중 영구기체로 가장 옳지 않은 것은?

① 질소(N_2)　② 산소(O_2)
③ 오존(O_3)　④ 아르곤(Ar)

정답 3번

출제 포인트

대기 중 혼합비가 거의 일정한 영구기체와 장소·고도·시간에 따라 혼합비가 달라지는 변량기체를 구별하는 문제이다.

핵심 개념

영구기체: 대기 중 총량과 혼합비가 비교적 일정하고 국지적 변동이 크지 않은 기체이다. 대표적으로 질소, 산소, 아르곤이 있다.
변량기체: 생성·소멸 과정의 영향을 받아 장소, 고도, 시간에 따라 함량이 크게 달라질 수 있는 기체이다. 오존은 변량기체에 해당한다.
영구기체는 '잘 혼합되어 비율이 거의 일정함', 변량기체는 '시공간에 따른 함량 변화가 큼'으로 구분한다.

선지별 해설

① O — 질소(N_2)는 대기의 주성분이며 혼합비가 거의 일정하므로 영구기체로 분류된다.
② O — 산소(O_2)는 대기 중 혼합비의 국지적 변동이 크지 않으므로 영구기체로 분류된다.
③ X — '오존(O_3)이 영구기체이다'라는 판단이 틀리다. 오존은 광화학 반응으로 생성·소멸하고 고도·장소·시간에 따라 농도가 크게 달라지므로, 올바르게는 변량기체이다.
④ O — 아르곤(Ar)은 화학적으로 매우 안정하고 대기 중 혼합비가 거의 일정하므로 영구기체로 분류된다.

오답 포인트

오존도 대기를 구성하는 기체라는 이유만으로 영구기체라고 판단하기 쉽다. 그러나 대기 구성 기체라는 사실과 혼합비가 일정하다는 성질은 다르며, ③의 오존은 시공간에 따른 농도 변화가 커서 변량기체이다. 또한 문항이 '옳지 않은 것'을 묻는 부정형이라는 점을 놓치지 않아야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

기체가 대기에 존재하는지만 보지 않고 혼합비의 시공간적 변동성을 확인한다. 혼합비가 거의 일정한 질소·산소·아르곤은 영구기체로, 생성과 소멸에 따라 농도가 크게 달라지는 오존은 변량기체로 판단한다.

NoteBase

암기 포인트

질소·산소·아르곤은 영구기체, 오존은 변량기체이다.

NoteBase

문 6. 엘니뇨(El Niño) 시기에 열대 태평양에서 나타나는 현상으로 옳지 않은 것을 모두 고르면?

ㄱ. 동태평양에서의 용승이 평년에 비해 강해진다.
ㄴ. 무역풍의 강도가 평년보다 약해진다.
ㄷ. 중태평양과 동태평양의 해수면 온도가 평년보다 높아진다.
ㄹ. 워커순환이 평년에 비해 강해진다.
ㅁ. 해면기압이 동태평양에서는 상승하고 서태평양에서는 하강한다.

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

정답 4번

출제 포인트

엘니뇨 시기에 무역풍, 용승, 해수면 온도, 워커순환, 해면기압이 평년과 비교하여 어떻게 변하는지를 묻는 문제이다.

핵심 개념

엘니뇨는 무역풍이 약해지면서 서태평양의 따뜻한 표층수가 중·동태평양 쪽으로 이동하여 중·동태평양의 해수면 온도가 평년보다 높아지는 현상이다. 이때 동태평양의 찬물 용승과 워커순환은 약해지고, 해면기압은 동태평양에서 낮아지며 서태평양에서 높아진다.
개별 판단: ㄱ X(용승 약화), ㄴ O(무역풍 약화), ㄷ O(중·동태평양 수온 상승), ㄹ X(워커순환 약화), ㅁ X(동태평양 기압 하강·서태평양 기압 상승)이다.

선지별 해설

① X — ㄱ, ㄴ, ㄹ 가운데 ㄴ은 옳다. 틀린 조합 표현은 'ㄱ, ㄴ, ㄹ이 모두 옳지 않다'는 점이다. 실제로는 ㄱ과 ㄹ만 옳지 않고, ㄴ의 무역풍 약화는 엘니뇨의 특징이다.
② X — ㄴ, ㄷ, ㄹ 가운데 ㄴ과 ㄷ은 옳다. 틀린 조합 표현은 'ㄴ, ㄷ, ㄹ이 모두 옳지 않다'는 점이다. 실제로는 ㄹ만 옳지 않으며, 엘니뇨 때 무역풍은 약해지고 중·동태평양의 해수면 온도는 높아진다.
③ X — ㄷ, ㄹ, ㅁ 가운데 ㄷ은 옳다. 틀린 조합 표현은 'ㄷ, ㄹ, ㅁ이 모두 옳지 않다'는 점이다. 실제로는 ㄹ과 ㅁ만 옳지 않고, ㄷ의 중·동태평양 해수면 온도 상승은 옳다.
④ O — ㄱ, ㄹ, ㅁ은 모두 옳지 않다. ㄱ의 '용승이 강해진다'는 '용승이 약해진다'로, ㄹ의 '워커순환이 강해진다'는 '워커순환이 약해진다'로 고쳐야 한다. ㅁ의 기압 변화도 반대이므로 '동태평양에서는 해면기압이 하강하고 서태평양에서는 상승한다'가 옳다.

NoteBase

오답 포인트

엘니뇨 때 중·동태평양의 해수면 온도가 상승한다는 사실만 기억하고, 그 원인과 연쇄 변화를 반대로 판단하기 쉽다. 무역풍 약화 → 동태평양 용승 약화 → 중·동태평양 수온 상승 → 동서 기압차와 워커순환 약화의 흐름으로 연결해야 한다. 특히 ㅁ은 동태평양과 서태평양의 기압 변화를 서로 뒤바꾼 진술이다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 무역풍의 세기를 기준으로 판단한다. 엘니뇨에서는 무역풍이 약해지므로 동태평양 용승도 약해지고 중·동태평양 수온은 상승한다. 이에 따라 워커순환은 약해지며, 해면기압은 따뜻해진 동태평양에서 하강하고 서태평양에서 상승한다.

암기 포인트

엘니뇨는 무역풍·용승·워커순환은 약화, 중·동태평양 수온은 상승, 기압은 동저서고이다.

NoteBase

문 7. 이상기체에 대한 설명으로 옳은 것만을 모두 고르면?

ㄱ. 부피가 일정할 때 압력은 절대온도에 비례한다.
ㄴ. 기체 분자 간 완전탄성충돌을 한다.
ㄷ. 기체 분자들의 움직임이 규칙적이다.
ㄹ. 성질이 다른 두 기체의 혼합은 돌턴의 법칙(Dalton's law)을 따른다.
ㅁ. 기체 분자들은 뉴턴의 운동 법칙을 따른다.

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

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 이상기체의 분자 운동 가정과 기체 법칙에 해당하는 설명을 구별하는 문제이다.

핵심 개념

이상기체는 분자 자체의 부피와 분자 사이의 인력을 무시하고, 분자들이 무질서한 운동을 하며 완전탄성충돌을 한다고 보는 모형이다.
부피가 일정하면 압력은 절대온도에 비례하고, 서로 다른 이상기체의 혼합물에서는 전체 압력이 각 기체의 부분 압력의 합이 된다. 기체 분자의 운동은 뉴턴의 운동 법칙을 따른다.

선지별 해설

① X — ㄱ과 ㄴ은 옳지만, 옳은 ㄹ이 빠져 있어 옳은 설명을 모두 고른 조합이 아니다. 올바르게는 ㄱ, ㄴ, ㄹ, ㅁ을 골라야 한다.
② X — ㄷ의 '움직임이 규칙적이다'가 틀렸고, 옳은 ㄱ과 ㅁ도 빠져 있다. 올바르게는 기체 분자들이 무질서하고 불규칙한 운동을 한다고 해야 하며, 조합은 ㄱ, ㄴ, ㄹ, ㅁ이다.
③ X — ㄷ의 '움직임이 규칙적이다'가 틀렸고, 옳은 ㄱ과 ㄴ도 빠져 있다. 올바르게는 기체 분자들의 움직임이 불규칙하다고 해야 하며, 조합은 ㄱ, ㄴ, ㄹ, ㅁ이다.
④ O — ㄱ은 일정한 부피에서 압력이 절대온도에 비례한다는 관계, ㄴ은 분자 간 완전탄성충돌, ㄹ은 혼합기체의 돌턴 법칙, ㅁ은 분자 운동에 대한 뉴턴의 운동 법칙 적용을 각각 바르게 설명한다. 따라서 옳은 ㄱ, ㄴ, ㄹ, ㅁ을 모두 고른 조합이다.

NoteBase

오답 포인트

ㄷ의 '규칙적'이라는 표현이 함정이다. 이상기체 분자 운동은 운동 법칙을 따르지만, 그 방향과 속도는 충돌에 따라 계속 변하므로 무질서하고 불규칙하다. '법칙을 따른다'와 '규칙적으로 움직인다'를 같은 뜻으로 보면 안 된다.

다시 나오면 이렇게 판단

이상기체 문항에서는 '무질서한 운동·완전탄성충돌·뉴턴의 운동 법칙'을 분자 운동의 가정으로 확인하고, '일정 부피에서 압력은 절대온도에 비례·혼합기체의 전체 압력은 부분 압력의 합'을 기체 법칙으로 확인한다. 그다음 옳은 ㄱ~ㅁ이 조합 선택지에 빠짐없이 들어 있는지 판단한다.

암기 포인트

이상기체는 무질서하게 운동하고 완전탄성충돌을 하며, 일정 부피에서는 압력과 절대온도가 비례하고 혼합기체에서는 돌턴의 법칙이 성립한다.

NoteBase

문 8. 바람에 관한 설명으로 옳은 것만을 모두 고르면?

ㄱ. 활강바람은 추운 겨울에 찬 공기가 잘 축적되는 고원에서 잘 발생한다.
ㄴ. 해륙풍 중에서 해풍은 낮에 바다보다 육지가 빨리 데워져 육지의 공기가 상승하기 때문에 발생한다.
ㄷ. 북반구 동일 위도에서 등압선 간격이 같다면 경도풍의 속도는 고기압보다 저기압에서 더 빠르다.
ㄹ. 야간에는 산 사면이 빠르게 복사냉각되어 낮과 달리 골바람이 분다.

① ㄱ, ㄴ ② ㄴ, ㄷ
③ ㄱ, ㄷ ④ ㄷ, ㄹ

정답 1번

출제 포인트

활강바람·해륙풍·경도풍·산곡풍의 발생 원리와 풍속 특성을 구별하는 문제이다.

핵심 개념

활강바람은 차갑고 무거운 공기가 중력에 의해 높은 곳에서 낮은 곳으로 흘러내리는 바람이다.
해풍은 낮에 육지가 바다보다 빨리 가열될 때 육지의 공기가 상승하면서 바다에서 육지로 부는 바람이다.
경도풍은 기압경도력·전향력·원심력이 균형을 이루며 곡선 등압선을 따라 부는 바람이다. 같은 기압경도력에서는 저기압성 경도풍이 지균풍보다 느리고, 고기압성 경도풍이 지균풍보다 빠르다.
산바람은 밤에 산 사면의 복사냉각으로 차가워진 공기가 사면을 따라 아래로 부는 바람이고, 골바람은 낮에 가열된 산 사면을 따라 위로 부는 바람이다.

선지별 해설

① O — ㄱ과 ㄴ이 모두 옳다. ㄱ의 활강바람은 고원의 차고 무거운 공기가 낮은 곳으로 흘러내리며 잘 발달하고, ㄴ의 해풍은 낮에 육지가 빨리 가열되어 육지 공기가 상승할 때 발생한다.
② X — ㄴ은 옳지만 ㄷ은 틀리므로 옳은 문장의 조합이 아니다. ㄷ의 '저기압에서 더 빠르다'가 틀렸으며, 등압선 간격이 같아 기압경도력이 같다면 경도풍은 저기압보다 고기압에서 더 빠르다. 올바른 조합은 ㄱ, ㄴ이다.
③ X — ㄱ은 옳지만 ㄷ은 틀리므로 옳은 문장의 조합이 아니다. ㄷ은 '저기압보다 고기압에서 더 빠르다'로 고쳐야 한다. 올바른 조합은 ㄱ, ㄴ이다.
④ X — ㄷ과 ㄹ이 모두 틀리다. ㄷ은 같은 기압경도력에서 경도풍이 저기압보다 고기압에서 더 빠르다고 고쳐야 한다. ㄹ의 '골바람'도 틀린 표현이며, 밤에 산 사면이 복사냉각되어 부는 것은 산바람이다. 올바른 조합은 ㄱ, ㄴ이다.

NoteBase

오답 포인트

ㄷ은 등압선 간격이 같다는 조건만 보고 풍속도 같다고 판단하거나 저기압의 바람이 무조건 강하다고 생각하기 쉽다. 곡선 운동에서는 저기압성 경도풍과 고기압성 경도풍의 힘의 균형이 다르다. 또한 ㄹ에서는 낮의 골바람과 밤의 산바람을 뒤바꾸기 쉽다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 각 바람의 원인을 연결한다. 찬 공기의 중력 하강은 활강바람, 낮의 육지 가열은 해풍, 밤의 사면 냉각과 하강은 산바람이다. 경도풍은 같은 기압경도력일 때 '저기압은 느리고 고기압은 빠르다'는 관계로 판단한다.

암기 포인트

낮에는 해풍·골바람, 밤에는 육풍·산바람이며, 같은 기압경도력의 경도풍은 저기압에서 느리고 고기압에서 빠르다.

NoteBase

문 9. 지구온난화 관련 기후시스템의 되먹임(feedback)에 관한 설명으로 가장 옳지 않은 것은?

① 수증기 되먹임은 양의 되먹임(positive feedback) 현상이다.
② 플랑크 되먹임은 음의 되먹임(negative feedback) 현상이다.
③ 규산염 광물의 화학적 풍화에 따른 되먹임은 음의 되먹임(negative feedback) 현상이다.
④ 구름의 되먹임은 양의 되먹임(positive feedback) 현상이다.

정답 4번

출제 포인트

지구온난화와 관련된 각 피드백이 최초의 온도 변화를 강화하는 양의 피드백인지, 약화하는 음의 피드백인지 구분하는 문제이다.

핵심 개념

양의 피드백은 처음의 변화를 더 크게 만드는 작용이고, 음의 피드백은 처음의 변화를 줄이는 작용이다. 수증기 피드백은 온난화가 수증기를 늘려 온실효과를 강화하므로 양의 피드백이다. 플랑크 피드백은 온도가 오를수록 지구가 우주로 방출하는 장파복사가 증가하여 온난화를 억제하므로 음의 피드백이다. 규산염 풍화 피드백은 온난하고 습한 조건에서 화학적 풍화가 활발해지고 이 과정이 대기 중 이산화탄소를 장기적으로 줄이므로 음의 피드백이다. 구름 피드백은 구름의 종류·고도·분포에 따라 효과가 달라 단순히 양의 피드백으로 단정할 수 없으며, 기초적인 분류에서는 구름이 태양복사를 반사하여 냉각하는 음의 작용을 중심으로 본다.

선지별 해설

① O — 기온 상승으로 대기 중 수증기가 증가하면 온실효과가 강해져 추가 온난화가 일어나므로 수증기 피드백은 양의 피드백이다.
② O — 기온이 상승하면 지구의 장파복사 방출이 증가하여 최초의 온난화를 줄이므로 플랑크 피드백은 음의 피드백이다.
③ O — 규산염 광물의 화학적 풍화는 대기 중 이산화탄소를 장기적으로 제거하는 방향으로 작용하여 온난화를 약화하므로 음의 피드백이다.
④ X — 틀린 표현은 '구름의 피드백은 양의 피드백'이라고 단정한 부분이다. 구름의 복사 효과는 구름 특성에 따라 달라질 수 있으며, 이 문항의 기초적 구분에서는 구름이 태양복사를 반사해 지표를 냉각하는 음의 피드백으로 고쳐야 한다.

오답 포인트

구름도 온실효과를 낼 수 있다는 사실만 보고 ④를 양의 피드백으로 판단하기 쉽다. 그러나 구름은 태양복사를 반사하는 냉각 작용도 하므로 구름 피드백 전체를 일률적으로 양의 피드백이라고 단정한 표현이 함정이다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

피드백의 이름만 외우기보다 온도 상승 뒤에 나타나는 과정이 다시 온도를 더 올리는지, 아니면 낮추는지를 인과관계로 판단한다. 수증기 증가는 온실효과를 강화하므로 양, 복사 방출 증가와 이산화탄소 제거는 온난화를 억제하므로 음으로 분류한다.

암기 포인트

수증기는 온난화를 증폭하는 양, 플랑크와 규산염 풍화는 온난화를 억제하는 음이다. 구름은 특성에 따라 효과가 달라 '항상 양'으로 단정하지 않는다.

NoteBase

문 10. 안개에 관한 설명으로 가장 옳지 않은 것은?

① 복사안개(radiation fog)는 하늘이 맑고 풍속이 약하며 상대습도가 높은 야간에 지면에 인접한 공기가 복사 냉각되어 포화될 때 발생한다.
② 김안개(steam fog)는 온난 다습한 공기가 차가운 수면 위를 이동할 때 물 표면에서 증발된 수증기가 응결되어 발생한다.
③ 전선안개(frontal fog)는 성질이 다른 두 기단 사이의 전선면으로부터 떨어지는 빗방울에서 증발된 수증기가 지표면 근처에서 응결되어 발생한다.
④ 활승안개(upslope fog)는 상대적으로 습윤한 공기가 산사면을 따라 상승하면서 단열냉각으로 포화되어 발생한다.

정답 2번

출제 포인트

안개의 종류별 형성 원인과 공기의 이동·냉각 과정을 구별하는 문제이다.

핵심 개념

복사안개: 맑고 바람이 약한 밤에 지면의 복사냉각으로 지표 부근 공기가 냉각·포화되어 생기는 안개이다.
김안개: 차가운 공기가 따뜻한 수면 위를 지날 때 수면에서 공급된 수증기가 차가운 공기와 섞여 응결하면서 생기는 안개이다.
전선안개: 전선면에서 내리는 비교적 따뜻한 빗방울이 증발하여 지표 부근의 찬 공기에 수증기를 공급하고, 이 수증기가 응결하여 생기는 안개이다.
활승안개: 습윤한 공기가 산사면을 따라 상승하면서 단열냉각되어 포화될 때 생기는 안개이다.
핵심 대비는 김안개가 '찬 공기—따뜻한 수면'의 조합이라는 점이다.

선지별 해설

① O — 맑고 풍속이 약한 밤에는 지면의 복사냉각이 강해지고, 상대습도가 높은 지표 부근 공기가 이슬점까지 냉각·포화되어 복사안개가 발생한다.
② X — 틀린 표현은 '온난 다습한 공기가 차가운 수면 위를 이동할 때'이다. 김안개는 차가운 공기가 따뜻한 수면 위를 이동할 때 수면에서 증발한 수증기가 찬 공기와 섞여 응결하면서 발생한다.
③ O — 전선면에서 내리는 빗방울이 지표 부근의 찬 공기층에서 일부 증발하면 공기의 수증기량이 늘어나고, 포화된 수증기가 응결하여 전선안개가 발생한다.
④ O — 상대적으로 습윤한 공기가 산사면을 따라 강제 상승하면 기압 감소에 따라 단열냉각되고, 포화에 이르면 활승안개가 발생한다.

NoteBase

오답 포인트

②는 '따뜻한 공기가 차가운 표면 위로 이동한다'는 다른 냉각안개의 상황과 김안개를 혼동하게 한다. 김안개는 따뜻한 수면에서 수증기가 공급되고 그 위의 차가운 공기에서 응결하는 모습이 김처럼 보여 붙은 이름이다.

다시 나오면 이렇게 판단

각 안개에서 공기가 포화되는 원인을 확인한다. 지면의 야간 복사냉각이면 복사안개, 찬 공기와 따뜻한 수면의 조합이면 김안개, 전선성 강수의 증발이면 전선안개, 산사면 상승에 따른 단열냉각이면 활승안개로 판단한다.

암기 포인트

복사안개는 맑고 고요한 밤, 김안개는 찬 공기＋따뜻한 물, 전선안개는 비의 증발, 활승안개는 산사면 상승이다.

NoteBase

문 11. 아래 빈칸에 들어갈 용어들로 바르게 연결된 것은?

> 찬 구름(cold cloud)에서의 강수발달과정은 보통 베르게론(Bergeron) 과정으로 설명한다. 0 ℃ 이하인 구름에서 빙정과 과냉각물방울이 함께 있을 때, (ㄱ)의 포화수증기압이 (ㄴ)의 포화수증기압보다 (ㄷ)서 (ㄴ)이 성장한다.

	(ㄱ)	(ㄴ)	(ㄷ)
①	과냉각물방울	빙정	작아
②	과냉각물방울	빙정	커
③	빙정	과냉각물방울	작아
④	빙정	과냉각물방울	커

정답 2번

출제 포인트

찬 구름에서 과냉각 물방울과 빙정의 포화수증기압 차이가 빙정의 성장으로 이어지는 베르게론 과정을 묻는 문제이다.

핵심 개념

과냉각 물방울은 영하에서도 얼지 않고 액체 상태로 존재하는 물방울이고, 빙정은 얼음 결정이다. 같은 영하 온도에서는 과냉각 물방울 위의 포화수증기압이 빙정 위의 포화수증기압보다 크다. 따라서 과냉각 물방울은 증발하고 그 수증기는 빙정에 승화·부착되어 빙정이 성장한다.
빈칸은 (ㄱ) 과냉각물방울, (ㄴ) 빙정, (ㄷ) 커이다.

선지별 해설

① X — (ㄱ) 과냉각물방울과 (ㄴ) 빙정은 맞지만, (ㄷ)의 '작아'가 틀리다. 과냉각 물방울 위의 포화수증기압은 빙정 위보다 커야 하므로 '작아'는 '커'로 고쳐야 한다.
② O — 과냉각 물방울 위의 포화수증기압이 빙정 위보다 커서 수증기가 빙정 쪽으로 이동하고 빙정이 성장한다. 따라서 (ㄱ) 과냉각물방울, (ㄴ) 빙정, (ㄷ) 커의 연결이 모두 옳다.
③ X — 빙정 위의 포화수증기압이 과냉각 물방울 위보다 작다는 비교 자체는 맞지만, 이 배열을 문장에 넣으면 과냉각 물방울이 성장한다고 서술하게 되어 베르게론 과정과 반대가 된다. 올바른 빈칸은 (ㄱ) 과냉각물방울, (ㄴ) 빙정, (ㄷ) 커이다.
④ X — '빙정의 포화수증기압이 과냉각 물방울보다 커서 과냉각 물방울이 성장한다'는 관계가 모두 반대이다. 실제로는 과냉각 물방울 위의 포화수증기압이 빙정 위보다 커서 빙정이 성장하므로 (ㄱ) 과냉각물방울, (ㄴ) 빙정, (ㄷ) 커로 고쳐야 한다.

NoteBase

오답 포인트

포화수증기압이 큰 쪽이 성장한다고 생각하기 쉽지만, 포화수증기압이 낮은 빙정 쪽이 같은 수증기량에서 더 쉽게 과포화 상태가 된다. 그래서 수증기는 과냉각 물방울에서 빠져나와 빙정에 붙고 빙정이 성장한다.

다시 나오면 이렇게 판단

영하에서 물방울과 빙정이 함께 나오면 '과냉각 물방울 위 포화수증기압 > 빙정 위 포화수증기압'을 먼저 적용한다. 그다음 물방울은 줄고 빙정은 성장한다는 방향으로 빈칸을 연결한다.

암기 포인트

베르게론 과정은 '물 위 포화수증기압이 더 큼 → 물방울은 증발, 빙정은 성장'이다.

NoteBase

문 12. 북위 30도, 같은 고도에서 A와 B지점의 기압차이가 3.5 hPa이고, 두 지점 사이의 거리가 100 km이다. 두 지점 사이에서 부는 지균풍의 속력은? (단, 지구의 자전각속도는 $7\times10^{-5}\,s^{-1}$ 이며, 공기의 밀도는 $1\,kg/m^3$으로 가정한다.)

① 10 m/s ② 20 m/s
③ 24.5 m/s ④ 50 m/s

정답 4번

출제 포인트

지균풍 관계식에서 코리올리 매개변수와 수평 기압경도력을 계산하여 지균풍속을 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 위도 $\phi = 30^\circ$, 기압차 $\Delta p = 3.5hPa = 350Pa$, 거리 $\Delta n = 100km = 100{,}000m$, 지구 자전각속도 $\Omega = 7 \times 10^{-5}s^{-1}$, 공기 밀도 $\rho = 1kg/m^3$이다.
구해야 할 값: 두 지점 사이에서 부는 지균풍의 속력 V_g이다.
주의할 조건: hPa를 Pa로, km를 m로 바꾸고, 북위 30도에서는 $\sin 30^\circ = 1/2$를 적용한다.

사용할 공식

코리올리 매개변수는 $f = 2\Omega\sin\phi$이고, 지균풍속의 크기는 $V_g = \frac{1}{\rho f}\left|\frac{\Delta p}{\Delta n}\right|$이다.
지균풍은 수평 기압경도력과 전향력이 평형을 이룰 때 부는 바람이므로 이 공식을 사용한다.

계산 과정

1. 코리올리 매개변수를 계산한다.

$f = 2(7 \times 10^{-5})\sin 30^\circ = 7 \times 10^{-5}s^{-1}$

2. 단위 거리당 기압차를 계산한다.

$\left|\frac{\Delta p}{\Delta n}\right| = \frac{350Pa}{100{,}000m} = 3.5 \times 10^{-3}Pa/m$

3. 지균풍속을 계산한다.

$V_g = \frac{3.5 \times 10^{-3}}{(1)(7 \times 10^{-5})} = 50m/s$

따라서 두 지점 사이의 지균풍속은 $50m/s$이다.

선지 판단

① X — $10m/s$는 계산 결과 $50m/s$와 다르다. 올바르게는 지균풍속이 $50m/s$이다.
② X — $20m/s$는 계산 결과 $50m/s$와 다르다. 올바르게는 지균풍속이 $50m/s$이다.
③ X — $24.5m/s$는 계산 결과 $50m/s$와 다르다. 올바르게는 지균풍속이 $50m/s$이다.
④ O — 단위 변환과 $f = 2\Omega\sin 30^\circ$를 적용한 계산 결과가 $50m/s$이므로 옳다.

NoteBase

오답 포인트

핵심 함정은 $3.5hPa = 350Pa$, $100km = 100{,}000m$라는 단위 변환과 코리올리 매개변수의 $2\sin\phi$ 항이다. 특히 북위 30도에서 $2\sin 30^\circ = 1$이므로 이 문항에서는 f가 수치상 Ω와 같아진다.

다시 나오면 이렇게 판단

지균풍 계산은 기압차와 거리의 단위를 먼저 Pa, m로 통일하고, $f = 2\Omega\sin\phi$를 구한 뒤 $V_g = |\Delta p/\Delta n|/(\rho f)$에 대입하는 순서로 판단한다.

암기 포인트

지균풍속은 기압경도가 클수록 커지고, 공기 밀도와 코리올리 매개변수가 클수록 작아진다: $V_g = |\Delta p/\Delta n|/(\rho f)$.

NoteBase

문 13. 난류에 대한 설명으로 옳은 것만을 모두 고르면?

ㄱ. 층류와 난류를 구분하는 레이놀즈 수(Reynolds number)가 작을수록 난류에 가까워진다.
ㄴ. 난류 운동에너지(TKE) 방정식에서 분자 점성은 난류에너지를 생성한다.
ㄷ. 기계적 난류는 난류가 발생하는 지형의 거칠기에 영향을 받는다.
ㄹ. 리차드슨 수(Richardson number)가 -0.04 보다 작으면 열적 난류에 의한 혼합이 기계적 난류에 의한 혼합을 지배한다.

① ㄱ, ㄴ　② ㄱ, ㄹ
③ ㄴ, ㄷ　④ ㄷ, ㄹ

정답 4번

출제 포인트

층류와 난류를 구분하는 레이놀즈 수, 난류 운동에너지의 생성·소산, 기계적 난류와 열적 난류의 발생 조건을 구별하는 문제이다.

핵심 개념

레이놀즈 수: 관성력과 점성력의 상대적 크기를 나타내며, 일반적으로 값이 클수록 난류가 발달하기 쉽고 작을수록 층류에 가깝다.
난류 운동에너지(TKE): 평균 바람의 연직 시어에 의한 생성과 부력에 의한 생성·소멸 등의 영향을 받으며, 분자 점성은 난류 운동에너지를 작은 규모에서 열로 소산한다.
기계적 난류와 열적 난류: 기계적 난류는 바람의 시어와 지표면 거칠기의 영향을 받고, 열적 난류는 불안정한 성층에서 부력에 의해 발생한다. 리차드슨 수는 부력 효과와 기계적 시어 효과의 상대적 중요성을 나타낸다.

NoteBase

선지별 해설

① X (ㄱ, ㄴ)
ㄱ과 ㄴ이 모두 틀리다. ㄱ의 '레이놀즈 수가 작을수록 난류에 가까워진다'가 잘못되었다. 올바르게는 레이놀즈 수가 클수록 난류에 가까워지고, 작을수록 층류에 가까워진다. ㄴ의 '분자 점성이 난류에너지를 생성한다'도 잘못되었다. 올바르게는 평균류의 시어 등이 난류 운동에너지를 생성하고, 분자 점성은 난류 운동에너지를 소산한다.

② X (ㄱ, ㄹ)
ㄹ은 옳지만 ㄱ이 틀리므로 옳은 것만의 조합이 아니다. ㄱ의 잘못된 표현은 '작을수록 난류에 가까워진다'이며, 올바르게는 레이놀즈 수가 클수록 난류에 가까워진다.

③ X (ㄴ, ㄷ)
ㄷ은 옳지만 ㄴ이 틀리므로 옳은 것만의 조합이 아니다. ㄴ의 잘못된 표현은 '분자 점성은 난류에너지를 생성한다'이며, 올바르게는 분자 점성이 난류 운동에너지를 소산한다.

④ O (ㄷ, ㄹ)
ㄷ은 지표면 거칠기가 바람의 마찰과 시어를 키워 기계적 난류에 영향을 준다는 설명이므로 옳다. ㄹ은 리차드슨 수가 $Ri < -0.04$인 강한 불안정 상태에서는 부력에 의한 열적 난류의 혼합이 기계적 난류의 혼합보다 우세하다는 설명이므로 옳다.

출제자가 노린 함정

레이놀즈 수가 작다는 말을 '규칙성이 작다'는 뜻으로 오해하거나, 점성이 난류 운동에너지 방정식에 등장한다는 이유만으로 점성을 생성항으로 판단하기 쉽다. 그러나 작은 레이놀즈 수는 점성의 상대적 영향이 커서 층류에 가까운 상태이고, 분자 점성의 핵심 역할은 난류 운동에너지의 소산이다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 Re는 '크면 난류, 작으면 층류'로 판단한다. 다음으로 TKE에서 평균류의 시어는 생성, 분자 점성은 소산으로 구분한다. 마지막으로 지표 거칠기는 기계적 난류, 음의 리차드슨 수가 나타내는 불안정한 부력은 열적 난류와 연결한다.

암기 포인트

큰 Re는 난류, 점성은 TKE 소산, 거친 지표는 기계적 난류, 강한 음의 Ri는 열적 난류 우세이다.

NoteBase

문 14. 강수 관측에 대한 설명으로 옳은 것만을 모두 고르면?

ㄱ. 레이더는 대기에 펄스를 방출하고 강수입자로부터 후방산란된 전자기파를 수신하여 강수 강도를 산출한다.
ㄴ. 적설량을 물로 환산하여 강수량을 추정할 때 그 양은 눈 밀도의 영향을 받는다.
ㄷ. 전도형 우량계는 우량을 일정시간 간격으로 자동 기록하여 무인관측에 활용되고 있다.
ㄹ. 이중편파 레이더는 눈, 비, 우박을 구분할 수 있다.

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

정답 4번

출제 포인트

레이더·전도형 우량계의 관측 원리와 적설량의 강수량 환산, 이중편파 레이더의 강수입자 판별 기능을 묻는 문제이다.

핵심 개념

기상 레이더: 대기로 전자기파 펄스를 방출하고 강수입자에서 되돌아오는 후방산란 신호를 받아 강수의 위치와 강도를 추정하는 장비이다.
적설의 강수량 환산: 눈을 녹여 물의 깊이로 나타내며, 같은 적설 깊이라도 눈의 밀도에 따라 물로 환산한 양이 달라진다.
전도형 우량계: 일정량의 빗물이 차면 물받이가 기울어지는 횟수를 전기 신호로 기록하여 강수량을 자동 관측하는 장비이다.
이중편파 레이더: 수평·수직 편파 정보를 함께 이용해 입자의 모양과 상태 차이를 파악하므로 눈·비·우박 등 강수입자의 종류를 구분할 수 있다.

선지별 해설

① X — ㄱ과 ㄴ만 옳다고 한 조합이지만, ㄷ과 ㄹ도 옳다. 틀린 부분은 ㄷ·ㄹ을 제외한 것이며, 올바른 조합은 ㄱ, ㄴ, ㄷ, ㄹ이다.
② X — ㄱ, ㄷ, ㄹ만 옳다고 한 조합이지만, 적설을 물로 환산한 양은 눈 밀도의 영향을 받으므로 ㄴ도 옳다. 틀린 부분은 ㄴ을 제외한 것이며, 올바른 조합은 ㄱ, ㄴ, ㄷ, ㄹ이다.
③ X — ㄴ, ㄷ, ㄹ만 옳다고 한 조합이지만, 레이더는 방출한 펄스가 강수입자에서 후방산란되어 돌아온 신호로 강수 강도를 산출하므로 ㄱ도 옳다. 틀린 부분은 ㄱ을 제외한 것이며, 올바른 조합은 ㄱ, ㄴ, ㄷ, ㄹ이다.
④ O — ㄱ의 레이더 관측 원리, ㄴ의 눈 밀도 영향, ㄷ의 자동 우량 기록, ㄹ의 강수입자 구분 기능이 모두 옳으므로 ㄱ, ㄴ, ㄷ, ㄹ의 조합이 맞다.

NoteBase

오답 포인트

ㄴ에서 적설 깊이와 물로 환산한 강수량을 같은 값으로 생각하거나, ㄷ의 '일정시간 간격으로 자동 기록'이라는 표현 때문에 전도형 우량계의 자동 관측 기능을 부정하기 쉽다. 또한 일반 단일편파 레이더와 이중편파 레이더를 구분하지 않으면 ㄹ을 놓칠 수 있다.

다시 나오면 이렇게 판단

장비별로 '송신·수신 원리, 측정값, 구분 가능한 대상'을 나누어 판단한다. 레이더는 후방산란 신호, 적설 환산은 눈 밀도, 전도형 우량계는 전도 횟수의 자동 기록, 이중편파 레이더는 수평·수직 편파를 이용한 강수입자 구분을 기준으로 삼는다.

암기 포인트

레이더는 후방산란, 적설 환산은 밀도, 전도형은 자동 계수, 이중편파는 눈·비·우박 구분이다.

NoteBase

문 15. 수치모델에 관한 설명으로 옳은 것만을 모두 고르면?

ㄱ. 전지구모델과 지역모델은 초기자료만 있으면 수치예측을 수행할 수 있다.
ㄴ. 관측자료와 모델자료의 객관적 분석과정인 자료동화를 통해 초기자료를 생산한다.
ㄷ. 수치모델이 고해상도로 이루어지더라도 강수과정의 계산에 대한 모수화가 필요하다.
ㄹ. 격자보다 작은 아격자 규모의 현상은 모수화하여 격자규모의 현상으로 표현한다.

① ㄱ, ㄹ　② ㄴ, ㄷ
③ ㄴ, ㄷ, ㄹ　④ ㄱ, ㄴ, ㄷ, ㄹ

정답 3번

출제 포인트

수치예보모델을 구동하는 데 필요한 자료와 자료동화의 역할, 격자보다 작은 규모의 물리과정을 처리하는 모수화의 의미를 묻는 문제이다.

핵심 개념

초기자료는 예측 시작 시점의 대기 상태를 나타내며, 자료동화는 관측자료와 모델의 배경장을 객관적으로 결합하여 초기장을 만든다. 수치모델에는 초기자료뿐 아니라 지면·해수면 등의 경계조건이 필요하고, 지역모델에는 영역 바깥에서 들어오는 영향을 반영할 측면 경계자료도 필요하다. 모수화는 격자에서 직접 해상할 수 없는 아격자 규모의 물리과정이 격자 규모 변수에 미치는 효과를 계산하여 나타내는 방법이다.

선지별 해설

① X — ㄱ은 틀리고 ㄹ은 옳다. 틀린 표현은 '초기자료만 있으면'이다. 실제로는 초기자료와 함께 경계조건이 필요하며, 특히 지역모델은 측면 경계자료가 필요하다. 옳은 진술을 모두 고르면 ㄴ, ㄷ, ㄹ이다.
② X — ㄴ과 ㄷ은 옳지만 ㄹ을 빠뜨렸다. 아격자 규모 현상은 격자에서 직접 해상되지 않으므로 그 효과를 모수화하여 격자 규모 변수에 반영한다. 따라서 올바른 조합은 ㄴ, ㄷ, ㄹ이다.
③ O — ㄴ, ㄷ, ㄹ이 모두 옳다. 자료동화는 초기자료를 생산하고, 고해상도 모델에서도 격자보다 작은 구름 미세물리 등 강수 관련 과정은 모수화가 필요하며, 아격자 규모 과정의 효과는 격자 규모에 반영된다.
④ X — ㄱ을 옳은 진술에 포함한 것이 틀렸다. '초기자료만 있으면 수치예측을 수행할 수 있다'가 아니라 모델 구동에는 초기자료와 필요한 경계조건이 함께 주어져야 한다. 따라서 올바른 조합은 ㄴ, ㄷ, ㄹ이다.

NoteBase

오답 포인트

고해상도이면 모든 강수과정을 직접 계산할 수 있다고 생각하거나, 초기장만 있으면 모델을 구동할 수 있다고 생각하기 쉽다. 해상도가 높아져도 격자보다 작은 구름 미세물리 과정은 남으며, 지역모델은 외부 영역의 영향을 받으므로 측면 경계자료가 필요하다.

다시 나오면 이렇게 판단

‘초기자료만’처럼 필요한 조건을 하나로 한정하는 표현을 먼저 점검한다. 이어서 관측과 모델장을 결합하면 자료동화, 격자보다 작은 현상의 효과를 격자 규모에 반영하면 모수화로 판단한다.

암기 포인트

자료동화는 초기장 생산, 지역모델은 측면 경계자료 필요, 아격자 과정은 모수화이다.

NoteBase

문 16. 북반구에서 온난 컨베이어 벨트에 대한 특징을 설명한 것으로 가장 옳지 않은 것은?

① 한랭전선과 직각을 이루며 북쪽으로 흐른다.
② 저기압의 남단 대류권 하층에서 북단의 대류권 상층으로 상승하는 구조를 갖는다.
③ 온난전선의 경사진 경계에 도달한 기류는 전선의 북쪽에 놓인 차가운 공기 위로 빠르게 올라간다.
④ 열과 수증기 및 운동량을 고위도와 상층으로 수송하는 역할을 한다.

정답 1번

출제 포인트

북반구 온대저기압에서 온난 컨베이어 벨트가 이동하고 상승하는 경로와 열·수증기·운동량 수송 역할을 묻는 문제이다.

핵심 개념

온난 컨베이어 벨트는 온대저기압 온난역 하층의 따뜻하고 습한 공기가 한랭전선 전면을 따라 극쪽으로 이동한 뒤, 온난전선의 경사진 경계면을 타고 찬 공기 위로 상승하는 기류대이다. 이 과정에서 열, 수증기, 운동량을 고위도와 상층으로 운반한다.

선지별 해설

① X — '한랭전선과 직각을 이루며'가 틀린 표현이다. 온난 컨베이어 벨트는 한랭전선 전면에서 전선과 대체로 평행하게 북쪽 또는 북동쪽으로 흐른다.
② O — 저기압 남쪽의 온난역 하층에서 시작한 공기가 북쪽으로 이동하면서 상승하여 저기압 북쪽의 상층으로 이어지는 입체적 구조를 이룬다.
③ O — 온난전선의 경사진 경계면에 이른 따뜻한 공기는 전선 북쪽의 차갑고 밀도 큰 공기 위로 활승하여 빠르게 상승한다.
④ O — 따뜻하고 습한 공기가 극쪽·상층으로 이동하므로 열과 수증기뿐 아니라 공기의 운동량도 고위도와 상층으로 수송한다.

오답 포인트

①은 '북쪽으로 흐른다'는 부분이 자연스러워 보여 전체가 맞는 것처럼 보이지만, 실제 함정은 한랭전선과 '직각'을 이룬다는 표현이다. 온난 컨베이어 벨트의 저층 흐름은 한랭전선 전면을 따라 전선과 대체로 평행하다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

출발점은 저기압 남쪽 온난역의 하층, 수평 경로는 한랭전선 전면을 따라 극쪽, 상승 경로는 온난전선의 찬 공기 위, 도착점은 북쪽 상층이라는 순서로 판단한다.

암기 포인트

온난 컨베이어 벨트는 '남쪽 하층 출발 → 한랭전선 전면을 따라 북상 → 온난전선 위로 상승 → 북쪽 상층 도달'로 기억한다.

NoteBase

문 17. 열대요란과 태풍에 관한 설명으로 가장 옳지 않은 것은?

① 열대요란의 발생은 편동풍파(easterly wave) 또는 몬순 기압골(monsoon trough)과 연관된다.
② 태풍은 대체로 해수면 온도가 26.5 ℃ 이상인 열대해상에서 발생하나 남동태평양, 남인도양, 남대서양에서는 발생하지 않는다.
③ 열대요란의 대류권 상부에서 바람이 강하면 태풍으로 발달하기 어렵다.
④ 태풍 발달의 주요 에너지원은 수증기 응결에 따른 잠열 방출이다.

정답 2번

출제 포인트

열대요란이 태풍으로 발달하는 데 필요한 해수면 온도, 선행 요란, 연직 바람시어, 수증기 응결의 잠열과 주요 발생 해역을 묻는 문제이다.

핵심 개념

태풍은 따뜻한 열대 해상에서 발달하는 강한 열대저기압이다. 약 26.5 ° C 이상의 따뜻한 바다, 충분한 수증기, 하층의 수렴과 회전, 약한 연직 바람시어가 발달에 유리하며, 수증기가 응결할 때 방출하는 잠열이 주된 에너지원이다. 열대저기압은 남인도양에서도 발생하고 그 해역에서는 보통 사이클론이라고 부른다.

선지별 해설

① O — 편동풍파나 몬순 기압골은 하층의 수렴과 저기압성 회전을 갖춘 선행 열대요란을 제공하므로 태풍 발생과 관련된다.
② X — 틀린 표현은 ‘남동태평양, 남인도양, 남대서양에서는 발생하지 않는다’이며, 특히 남인도양은 열대저기압의 주요 발생 해역이다. 올바르게는 ‘태풍은 대체로 해수면 온도가 26.5 ° C 이상인 열대 해상에서 발생하며, 남인도양에서도 발생하지만 남동태평양과 남대서양에서는 매우 드물다’이다.
③ O — 대류권 상부의 바람이 강하면 연직 바람시어가 커져 적란운의 수직 구조와 따뜻한 중심이 흐트러지므로 열대요란이 태풍으로 발달하기 어렵다.
④ O — 따뜻한 바다에서 공급된 수증기가 상승하여 응결할 때 잠열을 방출하고, 이 열이 상승기류와 중심기압 하강을 강화하므로 태풍 발달의 주요 에너지원이 된다.

오답 포인트

②는 해수면 온도 조건은 맞게 제시한 뒤 발생 해역을 한꺼번에 틀리게 묶었다. 남동태평양과 남대서양에서 발생이 매우 드물다는 사실 때문에 남인도양까지 발생하지 않는다고 판단하기 쉽지만, 남인도양은 열대저기압이 활발히 발생하는 해역이다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

태풍의 발생·발달 조건은 '따뜻한 해수, 충분한 수증기, 선행 저기압성 요란, 적도에서 어느 정도 떨어진 위치, 약한 연직 바람시어'로 판단한다. 발생 해역 선지에서는 남인도양과 남태평양의 열대저기압을 빠뜨렸는지 확인한다.

암기 포인트

따뜻한 바다와 응결 잠열은 태풍을 키우고, 강한 연직 바람시어는 태풍의 발달을 막는다. 남인도양에도 열대저기압이 발생한다.

NoteBase

문 18. 무차원수 F에 대한 설명으로 가장 옳지 않은 것은? (단, U는 풍속, N은 부력진동수, H는 산의 높이다.)

$$F=\frac{U}{NH}$$

① F는 공기가 산을 넘는 데 필요로 하는 위치에너지와 공기의 운동에너지의 비이다.
② F가 1보다 매우 작으면, 공기덩이는 산을 넘지 못하고 양옆으로 돌아가게 된다.
③ F가 1에 가까우면, 산의 풍하측에 강풍이 불어내려오는 일이 있다.
④ F가 1보다 매우 크면, 공기는 파동형태로 진동하며 발생한 파동은 연직으로 전파된다.

정답 4번

출제 포인트

무차원수 $F = U/(NH)$의 크기로 산을 넘으려는 공기의 관성 효과와 성층의 부력·산 높이에 따른 저항 효과 중 어느 쪽이 우세한지를 판단하는 문제이다.

조건 정리

주어진 식은 $F = U/(NH)$이다. 분자의 U가 커질수록 F가 커지고, 분모의 N 또는 H가 커질수록 F가 작아진다. 따라서 F가 작으면 부력과 산악 차단의 영향이 강하고, F가 크면 공기의 관성이 강해 산을 넘기 쉽다.

사용할 공식

$F = \frac{U}{NH}$
이 식은 풍속에 따른 관성 효과를 부력진동수와 산 높이가 만드는 부력 효과의 척도와 비교하므로 사용한다. F는 공기의 운동에너지와 산을 넘는 데 필요한 위치에너지의 상대적 크기를 판별하는 지표이다.

계산 과정

1. $F \ll 1$이면 NH가 U보다 상대적으로 커서 공기가 산에 막히기 쉽다.
2. $F \approx 1$이면 관성과 부력 효과가 비슷해져 산악파가 크게 발달하고 풍하측 강풍이 나타날 수 있다.
3. $F \gg 1$이면 U가 상대적으로 커서 공기가 산을 쉽게 넘고, 부력에 의한 진동을 이 경우의 대표 현상으로 보는 것은 적절하지 않다.

NoteBase

선지 판단

① O — F는 산을 넘으려는 공기의 운동에너지와 산을 넘는 데 필요한 위치에너지의 상대적 크기를 나타내는 무차원 지표라는 취지의 설명이다.

② O — F가 1보다 매우 작으면 풍속의 관성 효과보다 부력과 산악 차단 효과가 우세하므로 공기는 산을 넘지 못하고 양옆으로 우회하기 쉽다.

③ O — F가 1에 가까우면 임계적인 산악 흐름에서 산악파가 증폭될 수 있으므로 풍하측에 강한 하강풍이 나타날 수 있다.

④ X — 'F가 1보다 매우 크면 공기가 파동 형태로 진동하고 파동이 연직으로 전파된다'는 부분이 틀렸다. 올바르게는 $F \gg 1$이면 공기의 관성 효과가 부력 효과보다 우세하여 공기가 산을 비교적 쉽게 넘어가며, 부력에 의한 진동과 연직 파동 전파를 대표 특징으로 설명하지 않는다.

오답 포인트

④의 '매우 크면'이라는 조건이 함정이다. F가 크다는 것은 풍속 U가 상대적으로 크거나 부력진동수 N·산 높이 H가 상대적으로 작다는 뜻이므로, 부력 진동보다 산을 넘어가는 관성 흐름이 우세하다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 $F = U/(NH)$에서 분자와 분모의 물리적 의미를 나눈다. F가 작으면 차단·우회, 1 부근이면 산악파 증폭과 풍하측 강풍 가능성, 크면 관성 우세와 산악 통과로 판단한다.

암기 포인트

F는 '작으면 막히고, 1 부근이면 강풍 가능, 크면 넘는다'로 정리된다.

NoteBase

문 19. 레이더 자료에 대한 설명으로 바르게 연결된 것은?

> ㄱ. 특정 고도각에서 안테나를 360° 회전하면서 관측한 자료
> ㄴ. 특정 방위각에서 안테나를 연직방향으로 움직여가며 관측한 자료
> ㄷ. 볼륨 관측 자료에서 관심있는 특정한 고도의 수평 단면 자료

	(ㄱ)	(ㄴ)	(ㄷ)
①	PPI	RHI	CAPPI
②	RHI	PPI	CAPPI
③	PPI	CAPPI	RHI
④	RHI	CAPPI	PPI

정답 1번

출제 포인트

레이더 안테나의 주사 방식과 그로부터 얻는 PPI, RHI, CAPPI 자료의 단면 방향을 연결하는 문제이다.

핵심 개념

PPI(Plan Position Indicator)는 특정 고도각을 유지한 채 안테나를 방위각 방향으로 360° 회전하여 얻는 평면 위치 표시 자료이다.
RHI(Range Height Indicator)는 특정 방위각을 고정하고 안테나를 연직 방향으로 주사하여 얻는 거리-고도 연직 단면 자료이다.
CAPPI(Constant Altitude Plan Position Indicator)는 여러 고도각의 볼륨 관측 자료를 이용해 일정한 고도의 수평 단면을 구성한 자료이다.
따라서 ㄱ은 PPI, ㄴ은 RHI, ㄷ은 CAPPI에 해당한다.

선지별 해설

① O — ㄱ=PPI, ㄴ=RHI, ㄷ=CAPPI로 세 설명이 모두 바르게 연결되어 있다.
② X — ㄱ을 RHI, ㄴ을 PPI로 연결한 부분이 틀렸다. 고도각을 고정하고 360° 회전하는 ㄱ은 PPI이고, 방위각을 고정하고 연직으로 주사하는 ㄴ은 RHI이다. 올바른 연결은 ㄱ=PPI, ㄴ=RHI, ㄷ=CAPPI이다.
③ X — ㄴ을 CAPPI, ㄷ을 RHI로 연결한 부분이 틀렸다. ㄴ은 고정 방위각의 연직 단면이므로 RHI이고, ㄷ은 특정 고도의 수평 단면이므로 CAPPI이다. 올바른 연결은 ㄱ=PPI, ㄴ=RHI, ㄷ=CAPPI이다.
④ X — ㄱ=RHI, ㄴ=CAPPI, ㄷ=PPI라는 연결이 모두 틀렸다. ㄱ은 PPI, ㄴ은 RHI, ㄷ은 CAPPI로 고쳐야 한다.

NoteBase

오답 포인트

PPI와 CAPPI가 모두 평면 형태로 보인다는 점이 함정이다. PPI는 일정한 고도각으로 회전하며 직접 얻는 자료이고, CAPPI는 볼륨 관측 자료에서 일정한 실제 고도의 수평 단면을 구성한 자료이다. 또한 RHI의 기준은 고정 방위각과 연직 주사이다.

다시 나오면 이렇게 판단

관측 동작과 단면 방향을 먼저 찾는다. '고도각 고정·360° 회전'이면 PPI, '방위각 고정·연직 이동'이면 RHI, '볼륨 자료·특정 고도 수평 단면'이면 CAPPI로 판단한다.

암기 포인트

PPI는 고도각 고정 회전, RHI는 방위각 고정 연직, CAPPI는 일정 고도 수평면이다.

NoteBase

문 20. 해발고도 300 m에서 기온이 T이고 이슬점온도가 11 ℃인 공기덩이가 강제적으로 상승하여 해발고도 800 m에서 포화되었다. 그리고 이 공기덩이는 계속 상승하여 산 정상(해발고도 1,500 m)을 넘은 후 해발고도 0 m인 지역에 도달하여 T'의 기온을 보였다. 이 공기덩이가 산맥을 넘는 동안 응결된 수증기는 모두 비로 내렸으며, 외부와의 열 교환이 없었다면, $|T-T'|$의 값으로 옳은 것은? (단, 건조단열감률은 10 ℃/km, 습윤단열감률은 5 ℃/km, 이슬점온도감률은 2 ℃/km이다.)

① 2.75 ℃ ② 4 ℃
③ 5.25 ℃ ④ 6.5 ℃

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 공기덩이가 응결고도에 도달하기 전에는 건조단열감률, 포화된 뒤 산 정상까지는 습윤단열감률, 수증기를 잃고 하강할 때는 다시 건조단열감률을 적용하여 처음과 나중의 기온 차를 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 출발 고도 300m, 응결고도 800m, 정상 고도 1,500m, 도착 고도 0m이다.
구해야 할 값: $|T-T'|$이다.
주의할 조건: 300m에서 800m까지는 불포화 상승이므로 건조단열감률 10$^\circ C/km$, 800m에서 1,500m까지는 포화 상승이므로 습윤단열감률 5$^\circ C/km$, 정상에서 0m까지는 응결된 수증기를 모두 잃은 공기의 하강이므로 건조단열감률을 적용한다.

사용할 공식

고도 변화에 따른 기온 변화는 다음과 같이 구한다.
Δ T=(하강 거리×건조단열감률)-(불포화 상승 거리×건조단열감률)-(포화 상승 거리×습윤단열감률)
응결고도를 경계로 공기덩이의 포화 여부와 적용할 단열감률이 달라지기 때문에 이 식을 사용한다.

계산 과정

1. 300m에서 800m까지 0.5km 상승하므로 기온은 $0.5\times10=5^\circ C$ 하강한다.
2. 800m에서 1,500m까지 0.7km 포화 상승하므로 기온은 $0.7\times5=3.5^\circ C$ 하강한다.
3. 정상에서 해발 0m까지 1.5km 하강하므로 기온은 $1.5\times10=15^\circ C$ 상승한다.
4. 따라서 $T'-T=-5-3.5+15=6.5^\circ C$이고, $|T-T'|=6.5^\circ C$이다.

NoteBase

선지 판단

① X — $2.75^\circ C$는 세 구간의 고도 차와 해당 단열감률을 모두 적용한 결과가 아니다. 틀린 값 $2.75^\circ C$ → 올바르게는 $6.5^\circ C$이다.
② X — $4^\circ C$는 순변화량 $-5 - 3.5 + 15$와 일치하지 않는다. 틀린 값 $4^\circ C$ → 올바르게는 $6.5^\circ C$이다.
③ X — $5.25^\circ C$는 응결고도 전후의 서로 다른 감률과 정상에서 도착지까지의 전체 하강 거리 $1.5km$를 정확히 반영하지 않은 값이다. 틀린 값 $5.25^\circ C$ → 올바르게는 $6.5^\circ C$이다.
④ O — 세 구간의 기온 변화를 합하면 $-5 - 3.5 + 15 = 6.5^\circ C$이므로 $|T - T'| = 6.5^\circ C$이다.

오답 포인트

응결고도 $800m$부터 습윤단열감률을 적용해야 하며, 하강 거리는 정상 $1{,}500m$에서 도착지 $0m$까지의 $1.5km$이다. 또한 상승에 따른 냉각은 음의 변화, 하강에 따른 가열은 양의 변화로 합산해야 한다. 이슬점 $11^\circ C$는 응결고도 조건을 설명하는 값이지만, 응결고도가 이미 주어졌으므로 최종 기온 차 계산에 별도로 다시 더하거나 빼지 않는다.

다시 나오면 이렇게 판단

산을 넘는 공기덩이의 기온은 경로를 응결고도 전 상승, 응결고도 후 상승, 산 정상 후 하강으로 나눈 뒤 각 구간에 건조·습윤·건조단열감률을 차례로 적용하고, 상승은 냉각, 하강은 가열로 부호를 정해 합산한다.

암기 포인트

푄형 계산의 핵심은 불포화 상승은 건조, 포화 상승은 습윤, 수증기를 잃은 뒤 하강은 다시 건조이다.

NoteBase