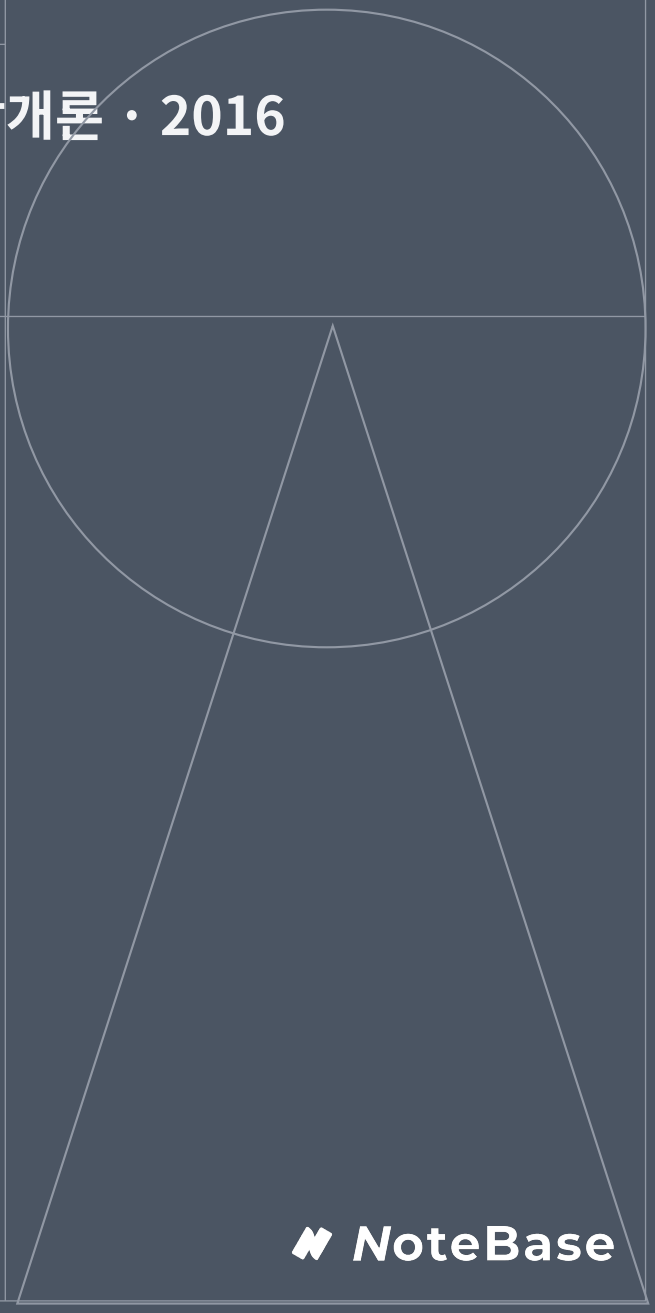
기출OX 해설집

공무원/기상직/9급 · 기상학개론 · 2016



NoteBase

기출OX 해설집

공무원/기상직/9급 · 기상학개론 · 2016

공무원/기상직/9급 · 기상학개론 · 2016

문 1. 천리안위성의 채널 중에서 방출율 차이를 이용하여 야간에 안개탐지를 위해 활용되는 파장역으로 옳은 것은?

① 수증기역($6.7\mu m$)과 단파적외역($3.7\mu m$)
② 수증기역($6.7\mu m$)과 적외역($10.8\mu m$)
③ 적외역($10.8\mu m$)과 근적외역($1.6\mu m$)
④ 적외역($10.8\mu m$)과 단파적외역($3.7\mu m$)

정답 4번

출제 포인트

천리안위성의 야간 안개 탐지에 이용하는 두 적외 채널과 그 원리를 구별하는 문제이다.

핵심 개념

야간 안개 탐지에는 적외 채널 10.8μm와 단파적외 채널 3.7μm의 방출률 차이에 따른 밝기온도 차이를 이용한다. 안개와 낮은 층운의 물방울은 10.8μm보다 3.7μm에서 방출률이 작으므로 두 채널의 밝기온도 차이가 나타난다. 수증기 채널 6.7μm은 주로 중·상층 수증기 분포를 파악하고, 근적외 채널 1.6μm은 태양복사를 이용하므로 야간 안개 탐지의 기준 조합이 아니다.

선지별 해설

① X — 수증기 채널 6.7μm은 주로 중·상층 수증기를 관측하는 채널이므로 야간 안개 탐지용 방출률 차이 조합이 아니다. 틀린 표현 '수증기역 6.7μm'은 '적외역 10.8μm'으로 고쳐야 한다.
② X — 수증기 채널 6.7μm과 적외 채널 10.8μm의 조합은 야간 안개 탐지에 필요한 물방울의 방출률 차이를 이용하는 표준 조합이 아니다. 틀린 표현 '수증기역 6.7μm'은 '단파적외역 3.7μm'으로 고쳐야 한다.
③ X — 근적외 채널 1.6μm은 태양복사의 반사 특성을 이용하므로 햇빛이 없는 야간에는 활용하기 어렵다. 틀린 표현 '근적외역 1.6μm'은 '단파적외역 3.7μm'으로 고쳐야 한다.
④ O — 적외 채널 10.8μm와 단파적외 채널 3.7μm에서 나타나는 안개 물방울의 방출률 차이와 그에 따른 밝기온도 차이를 이용하므로 옳다.

NoteBase

오답 포인트

‘야간’이라는 조건을 놓치면 구름 판별에 쓰이는 근적외 채널 1.6μm을 고르기 쉽다. 그러나 이 채널은 태양복사의 반사가 필요한 반면, 야간 안개 탐지는 열적외 영역인 10.8μm와 3.7μm의 밝기온도 차이를 이용한다.

다시 나오면 이렇게 판단

문제에서 ‘야간 안개’와 ‘방출률 차이’가 함께 제시되면 먼저 10.8μm와 3.7μm의 조합을 찾는다. 6.7μm은 수증기, 1.6μm은 주간의 태양복사 반사와 연결한다.

암기 포인트

야간 안개는 10.8 − 3.7μm 밝기온도 차이, 수증기는 6.7μm, 주간 구름 판별은 1.6μm이다.

NoteBase

문 2. 850hPa 고도에서 공기덩이의 부피가 동일하다고 가정할 때 다음 중 가장 가벼운 공기덩이는?

① 온난습윤한 공기덩이
② 한랭건조한 공기덩이
③ 한랭습윤한 공기덩이
④ 온난건조한 공기덩이

정답 1번

출제 포인트

같은 기압과 부피에서 기온과 수증기량이 공기덩이의 밀도와 질량에 미치는 영향을 묻는 문제이다.

조건 정리

주어진 조건: 네 공기덩이는 모두 850 hPa 고도에 있고 부피가 같다.
구해야 할 값: 질량이 가장 작은 공기덩이이다.
주의할 조건: 부피가 같으므로 질량은 밀도에 비례하며, 기압도 같으므로 가상온도가 가장 높은 공기덩이의 밀도가 가장 작다.

사용할 공식

공기의 밀도는 가상온도를 이용해 $\rho = \frac{p}{R_d T_v}$로 나타낸다. 습윤공기의 가상온도는 근사적으로 $T_v \approx T(1 + 0.61q)$이다. 여기서 p는 기압, R_d는 건조공기의 기체상수, T는 절대온도, q는 비습이다.
이 공식을 쓰는 이유: 같은 기압에서 기온이 높을수록, 또 수증기가 많을수록 T_v가 커져 밀도가 작아지기 때문이다. 수증기는 같은 수의 건조공기 분자보다 분자량이 작으므로 습한 공기가 더 가볍다.

계산 과정

1. 같은 부피에서는 $m = \rho V$이므로 밀도가 가장 작은 공기덩이가 가장 가볍다.
2. 같은 기압에서는 $\rho = \frac{p}{R_d T_v}$이므로 가상온도 T_v가 클수록 밀도가 작다.
3. 온난 조건은 T를 높이고 습윤 조건은 q를 높이므로, 두 조건을 모두 갖춘 온난습윤 공기덩이의 T_v가 가장 크고 질량이 가장 작다.

NoteBase

선지 판단

① O — 온난습윤 공기덩이는 높은 기온과 많은 수증기가 모두 가상온도를 높이므로 밀도와 질량이 가장 작다.
② X — 한랭건조 공기덩이는 낮은 기온과 적은 수증기로 밀도가 커지는 조건이 겹쳐 가장 무거운 쪽이다. '가장 가벼운 공기덩이'로 고치면 온난습윤 공기덩이이다.
③ X — 한랭습윤 공기덩이는 습윤 조건 때문에 같은 기온의 건조 공기보다 가볍지만, 한랭 조건이 밀도를 높이므로 가장 가볍지 않다. '가장 가벼운 공기덩이'로 고치면 온난습윤 공기덩이이다.
④ X — 온난건조 공기덩이는 높은 기온 때문에 가벼워지지만, 같은 기온의 온난습윤 공기보다 가상온도가 낮고 밀도가 크다. '가장 가벼운 공기덩이'로 고치면 온난습윤 공기덩이이다.

오답 포인트

'습한 공기는 물을 포함하므로 무겁다'고 생각하기 쉽지만, 공기 중 수증기는 더 무거운 건조공기 분자를 대신하므로 같은 기온과 기압에서는 습한 공기가 더 가볍다. 또한 ④는 온난하다는 조건만 보고 고르기 쉬우나, ①은 온난과 습윤이라는 두 가지 밀도 감소 조건을 모두 갖춘다.

다시 나오면 이렇게 판단

같은 기압에서는 '고온·다습 → 가상온도 증가 → 밀도 감소'의 순서로 판단한다. 부피까지 같다면 밀도가 작은 공기덩이의 질량도 작다.

암기 포인트

같은 기압에서 따뜻하고 습할수록 공기는 가볍다.

NoteBase

문 3. 아래 문장의 빈칸에 들어갈 용어들로 옳은 것은?

> 파장이 λ인 빛(R_λ)이 임의의 매질을 통과하게 되면 (ㄱ) 법칙에 의해 $R_\lambda = a_\lambda R_\lambda + r_\lambda R_\lambda + \tau_\lambda R_\lambda$ 와 같이 표현된다. 여기서 흡수율(a_λ)이 1.0인 물체를 (ㄴ)라 한다. 또한 실제 대기에서 $8 \sim 12\mu m$ 파장대와 같이 투과율(τ_λ)이 1.0에 가까운 파장대를 (ㄷ)이라 한다. (단, 여기서 r_λ는 반사율을 의미한다.)

	(ㄱ)	(ㄴ)	(ㄷ)
①	플랑크	흑체	대기의 창
②	슈테판-볼츠만	회색체	가시영역
③	키르히호프	흑체	적외영역
④	에너지보존	흑체	대기의 창

정답 4번

출제 포인트

복사에너지의 보존 관계, 흑체의 정의, 대기의 창의 파장 범위를 구분하는 문제이다.

핵심 개념

에너지보존: 입사 복사에너지는 흡수·반사·투과된 에너지의 합과 같으므로 $a_\lambda + r_\lambda + \tau_\lambda = 1$이다.
흑체: 모든 파장에서 입사 복사에너지를 전부 흡수하여 흡수율이 1인 이상적인 물체이다.
대기의 창: 실제 대기에서 복사에 대한 투과율이 큰 파장대이며, 대표적으로 8 ~ 12μm 적외선 영역이다.
키르히호프 법칙은 열평형 상태에서 같은 파장에 대한 방사율과 흡수율이 같다는 법칙으로, 제시된 에너지 분배식 자체의 명칭이 아니다.

선지별 해설

① X — (ㄱ)의 '플랑크'가 틀렸다. 플랑크 법칙은 흑체의 파장별 복사에너지 분포를 나타내며, 제시된 흡수·반사·투과의 합 관계는 에너지보존 법칙이다. (ㄴ) 흑체와 (ㄷ) 대기의 창은 맞지만 전체 조합은 틀리다.
② X — 세 항목이 모두 틀렸다. (ㄱ)의 슈테판-볼츠만 법칙은 흑체의 총 방출에너지가 절대온도의 4제곱에 비례한다는 법칙이며, 올바른 표현은 에너지보존 법칙이다. (ㄴ)의 회색체는 흡수율이 1인 물체가 아니므로 올바른 표현은 흑체이다. (ㄷ)의 가시영역도 틀렸으며, 8 ~ 12μm는 적외선 영역의 대기의 창이다.
③ X — (ㄱ)의 '키르히호프'와 (ㄷ)의 '적외영역'이 정답 조합에 맞지 않는다. 키르히호프 법칙은 방사율과 흡수율의 관계이고, 제시된 식은 에너지보존 법칙이다. 또한 8 ~ 12μm가 적외선에 속한다는 말만으로는 부족하며, 투과율이 1에 가까운 이 파장대의 올바른 명칭은 대기의 창이다. (ㄴ) 흑체는 맞다.
④ O — 입사 복사에너지가 흡수·반사·투과로 나뉘는 식은 에너지보존 법칙을 나타낸다. 흡수율이 1인 물체는 흑체이고, 실제 대기에서 8 ~ 12μm처럼 투과율이 큰 파장대는 대기의 창이다.

NoteBase

오답 포인트

제시된 식에 파장 기호가 있다는 이유로 플랑크 법칙이나 키르히호프 법칙을 고르는 것이 함정이다. 식의 핵심은 입사량이 흡수량·반사량·투과량으로 모두 배분된다는 점이므로 에너지보존 법칙이다. 또한 '적외영역'은 넓은 파장 분류일 뿐, 투과율이 큰 특정 파장대를 묻는 명칭은 '대기의 창'이다.

다시 나오면 이렇게 판단

흡수율·반사율·투과율의 합이 1이면 에너지보존, 흡수율과 방사율이 같으면 키르히호프 법칙으로 판단한다. 흡수율 1은 흑체, 대기 투과율이 큰 $8 \sim 12\mu m$ 파장대는 대기의 창으로 연결한다.

암기 포인트

흡수+반사+투과=1은 에너지보존, 흡수율 1은 흑체, $8 \sim 12\mu m$는 대기의 창이다.

NoteBase

문 4. 다음 중 우리나라에서 각 해상별 이류안개가 가장 많이 발생하는 계절로 옳은 것은?

① 서해 – 여름 ② 남해 – 겨울
③ 동해 – 겨울 ④ 동해 – 가을

정답 1번

출제 포인트

우리나라 주변 해상의 해무가 어느 해역과 계절의 조합에서 가장 자주 발생하는지를 묻는 문제이다.

핵심 개념

해무는 바다 위에서 생기는 안개이며, 우리나라 주변에서는 따뜻하고 습한 공기가 찬 해수면 위를 지나면서 아래쪽부터 냉각되어 포화될 때 생기는 이류안개가 대표적이다.
여름철 서해에서는 따뜻하고 습한 공기가 비교적 찬 해수면 위로 유입되기 쉬우므로 이류안개가 빈번하게 발생한다.

선지별 해설

① O — 서해의 여름에는 따뜻하고 습한 공기가 비교적 찬 해수면 위에서 냉각되어 포화되기 쉬우므로, 우리나라 해상 가운데 해무가 가장 많이 발생하는 해역·계절 조합에 해당한다.
② X — 틀린 표현은 '남해-겨울'이다. 겨울의 남해가 아니라 '서해-여름'이 해무가 가장 많이 발생하는 조합이다. 겨울에는 대륙에서 불어오는 공기가 차고 건조하여 여름철 서해와 같은 이류안개 형성 조건이 상대적으로 불리하다.
③ X — 틀린 표현은 '동해-겨울'이다. 올바른 조합은 '서해-여름'이다. 동해의 겨울은 따뜻하고 습한 공기가 찬 해수면 위에서 냉각되는 여름철 서해의 전형적인 해무 조건과 맞지 않는다.
④ X — 틀린 표현은 '동해-가을'이다. 올바른 조합은 '서해-여름'이다. 동해의 가을보다 여름철 서해에서 해수면과 따뜻하고 습한 공기의 온도 차로 인한 냉각·포화가 더 빈번하게 나타난다.

오답 포인트

바다이므로 겨울에 안개가 많을 것이라고 생각하거나, 해역 이름만 보고 남해·동해를 고르는 것이 함정이다. 이 문항에서는 겨울철 복사안개가 아니라 따뜻하고 습한 공기가 찬 바다 위에서 냉각되는 여름철 이류안개의 조건을 판단해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

해무의 빈발 조건을 '따뜻하고 습한 공기＋찬 해수면'으로 정리하고, 우리나라에서는 이 조건이 잘 만들어지는 '서해＋여름'을 연결한다.

NoteBase

암기 포인트

우리나라 해무 최다 조합은 서해-여름, 핵심 원리는 따뜻하고 습한 공기의 해수면 냉각이다.

NoteBase

문 5. 온난운에서 수적의 성장 과정에 대한 설명으로 가장 옳은 것은?

① 충돌효율은 충돌하는 두 수적 중 큰 수적의 크기가 커질수록 증가한다.
② 충돌효율은 항상 1보다 작다.
③ 병합효율은 두 수적의 크기 비와 관계가 없다.
④ 병합효율은 두 수적 중 작은 수적의 크기에 비례한다.

정답 1번

출제 포인트

온난운에서 수적이 충돌·병합하여 성장할 때 충돌효율과 병합효율이 무엇을 뜻하며 수적의 크기에 따라 어떻게 달라지는지를 묻는 문제이다.

핵심 개념

충돌효율은 큰 수적이 낙하하면서 쓸고 지나가는 경로 안의 작은 수적 가운데 실제로 큰 수적과 충돌하는 정도이다. 큰 수적은 관성과 낙하속도가 커서 작은 수적을 더 효과적으로 포착하므로, 작은 수적의 조건이 같다면 큰 수적의 크기가 커질수록 충돌효율이 증가한다.
병합효율은 충돌한 두 수적 가운데 실제로 하나의 더 큰 수적으로 합쳐지는 비율이다. 이는 두 수적의 크기비와 충돌 양상 등에 영향을 받으며, 작은 수적의 크기에 단순히 비례하지 않는다.

선지별 해설

① O — 작은 수적의 조건이 같을 때 큰 수적의 크기가 커지면 관성과 낙하속도가 커져 작은 수적과 충돌할 가능성이 높아지므로 충돌효율이 증가한다.
② X — 틀린 표현은 '항상 1보다 작다'이다. 공기역학적 상호작용으로 실제 충돌 단면이 기하학적 충돌 단면보다 커질 수 있으므로 충돌효율이 1을 넘는 경우도 있다. 올바르게는 '충돌효율은 수적의 크기와 공기역학적 상호작용에 따라 달라지며 항상 1보다 작은 것은 아니다'이다.
③ X — 틀린 표현은 '두 수적의 크기비와 관계가 없다'이다. 충돌 후 튕김이나 분리 여부가 두 수적의 상대적 크기와 충돌 양상에 따라 달라지므로 병합효율은 크기비의 영향을 받는다. 올바르게는 '병합효율은 두 수적의 크기비와 관계가 있다'이다.
④ X — 틀린 표현은 '작은 수적의 크기에 비례한다'이다. 병합효율은 작은 수적 하나의 크기만으로 정해지는 단순 비례량이 아니라 두 수적의 크기비와 충돌 조건의 영향을 함께 받는다. 올바르게는 '병합효율은 작은 수적의 크기에 단순 비례하지 않는다'이다.

오답 포인트

②의 '항상', ③의 '관계가 없다', ④의 '비례한다'처럼 예외와 복합 의존성을 지워 버린 단정 표현이 함정이다. 특히 충돌효율은 충돌 여부, 병합효율은 충돌한 뒤 실제로 합쳐지는지를 나타내므로 두 개념을 구분해야 한다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

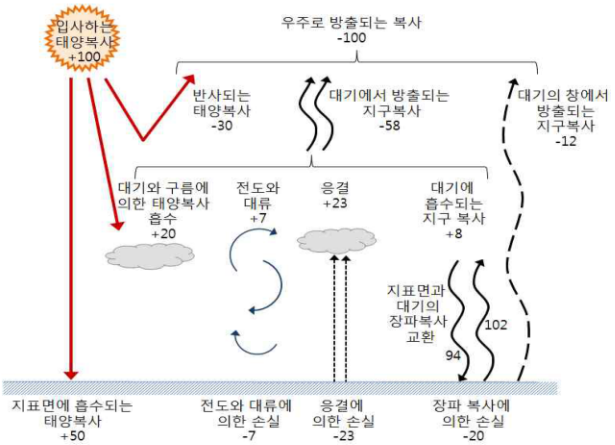
먼저 ‘서로 부딪히는 단계’이면 충돌효율, ‘부딪힌 뒤 하나로 합쳐지는 단계’이면 병합효율로 구분한다. 이어 ‘항상’, ‘관계없음’, ‘단순 비례’와 같은 단정 표현이 수적의 크기비와 충돌 조건을 무시하는지 확인한다.

암기 포인트

큰 수적이 커지면 충돌효율은 증가한다. 병합효율은 충돌 후 합쳐지는 비율이며 크기비의 영향을 받는다.

NoteBase

문 6. 다음 그림은 대기의 열수지를 나타낸 것이다. 이에 대한 설명으로 옳은 것은?



① 지표가 태양으로부터 받은 에너지보다 대기로부터 받은 복사에너지가 더 많다.
② 대기의 창 영역에서의 장파복사량은 온실기체의 증가와 상관이 없다.
③ 전도와 대류에 의한 에너지 교환량이 잠열에 의한 에너지 교환량보다 많다.
④ 지표가 태양과 대기로부터 받은 에너지양의 합은 대기가 태양과 지표로부터 받은 에너지양의 합보다 많다.

정답 1번

출제 포인트

대기의 열수지 도식에서 지표와 대기가 각각 흡수하거나 방출하는 에너지의 이동 방향과 수치를 정확히 비교하는 문제이다.

자료 읽는 순서

1. 태양복사, 지구복사, 현열, 잠열의 이동 방향을 구분한다.
2. 지표와 대기가 받는 에너지를 각각 합산한다.
3. 장파복사의 대기창 통과와 온실기체의 흡수 관계를 선지에 적용한다.

핵심 근거

지표가 직접 흡수하는 태양복사는 50이고, 대기로부터 받는 지구복사는 94이다. 또한 지표가 태양과 대기로부터 받는 에너지는 50+94=144인 반면, 대기가 태양과 지표로부터 받는 에너지는 20+7+23+102=152이다.

NoteBase

선지별 해설

① O — 도식에서 지표가 흡수하는 태양복사는 50이고 대기로부터 받는 지구복사는 94이므로, 지표는 태양보다 대기로부터 더 많은 복사에너지를 받는다.

② X — 대기의 창을 통해 우주로 직접 빠져나가는 장파복사량은 온실기체의 흡수와 관련된다. 틀린 표현인 '온실기체의 증가와 상관이 없다'는 '온실기체가 증가하면 장파복사의 흡수가 커져 대기의 창으로 빠져나가는 양도 달라질 수 있다'로 고쳐야 한다.

③ X — 도식에서 전도와 대류에 의한 에너지 교환량은 7이고, 증발에 따른 잠열 교환량은 23이므로 7<23이다. 틀린 표현인 '전도와 대류에 의한 에너지 교환량이 잠열에 의한 교환량보다 많다'는 '잠열에 의한 교환량이 전도와 대류에 의한 교환량보다 많다'로 고쳐야 한다.

④ X — 지표가 태양과 대기로부터 받는 양은 태양복사 50과 대기복사 94의 합인 144이다. 대기가 태양과 지표로부터 받는 양은 태양복사 20, 전도와 대류 7, 잠열 23, 지표복사 102의 합인 152이므로 144<152이다. 틀린 표현인 '지표가 받은 에너지양의 합이 더 많다'는 '대기가 받은 에너지양의 합이 더 많다'로 고쳐야 한다.

오답 포인트

④에서 복사에너지 수치만 더하면 대기가 지표로부터 받는 현열 7과 잠열 23을 빠뜨리게 된다. '에너지양의 합'은 복사뿐 아니라 전도·대류와 잠열까지 포함하여 비교해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

화살표의 도착점을 기준으로 각 계가 받는 에너지를 모은다. 지표와 대기의 총수지를 비교할 때에는 태양복사와 지구복사뿐 아니라 현열과 잠열도 함께 합산한다.

암기 포인트

지표 입력은 50+94=144, 대기 입력은 20+7+23+102=152이다.

NoteBase

문 7. 대기의 상승속도 1cm/sec를 정역학방정식을 이용하여 환산한 것으로 옳은 것은?

① 약 + 40hPa/hour ② 약 - 40hPa/hour
③ 약 + 4hPa/hour ④ 약 - 4hPa/hour

정답 4번

출제 포인트

정역학 방정식을 이용해 대기의 상승속도를 시간당 기압변화율로 환산하고, 상승할수록 기압이 낮아진다는 부호까지 판단하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 상승속도 $w = 1cm/s = 0.01m/s$
구해야 할 값: 시간당 기압변화율 dp/dt
주의할 조건: 상승 방향을 양(+)으로 잡으면 고도가 높아질수록 기압은 감소하므로 기압변화율은 음(-)이다.

사용할 공식

정역학 방정식은
$\frac{dp}{dz} = -\rho g$
이고, 상승하는 공기에서 시간에 따른 기압변화율은
$\frac{dp}{dt} = \frac{dp}{dz}\frac{dz}{dt} = -\rho g w$
이다. 대기가 정역학 평형을 이룰 때 연직 기압경도가 $-\rho g$이므로 이 공식을 사용한다.

계산 과정

1. 속도를 시간 단위로 환산하면
$1cm/s = 0.01m/s = 36m/hour$
이다.
2. 지표 부근에서 $\rho \approx 1.2kg/m^3$, $g \approx 9.8m/s^2$를 적용하면
$\frac{dp}{dt} \approx -(1.2)(9.8)(36)Pa/hour \approx -423Pa/hour$
이다.
3. $1hPa = 100Pa$이므로
$-423Pa/hour \approx -4.2hPa/hour$
이다. 따라서 약 $-4hPa/hour$이다.

NoteBase

선지 판단

① X — 약 $+40 hPa/hour$는 부호와 크기가 모두 맞지 않는다. 올바르게는 약 $-4 hPa/hour$이다.
② X — 약 $-40 hPa/hour$는 상승에 따른 음의 부호는 맞지만 크기가 약 10배 크다. 올바르게는 약 $-4 hPa/hour$이다.
③ X — 약 $+4 hPa/hour$는 크기는 비슷하지만 상승할수록 기압이 감소한다는 부호를 반대로 적용한 값이다. 올바르게는 약 $-4 hPa/hour$이다.
④ O — 계산값이 약 $-4.2 hPa/hour$이므로 약 $-4 hPa/hour$가 맞다.

오답 포인트

$1 cm/s$를 $36 m/hour$로 바꾸는 초→시간 환산을 빠뜨리거나, 상승을 단순히 양(+)으로만 생각해 기압변화율도 양수로 고르는 것이 함정이다. 운동 방향은 위쪽이지만 기압은 고도와 함께 감소한다.

다시 나오면 이렇게 판단

연직속도를 먼저 $m/hour$로 환산하고, 정역학 관계 $dp/dz = -\rho g$에 곱한 뒤, 마지막에 Pa를 hPa로 바꾸어 크기와 부호를 함께 검산한다.

암기 포인트

상승하면 기압은 감소한다. $1 cm/s$ 상승은 지표 부근에서 대략 $-4 hPa/hour$에 해당한다.

NoteBase

문 8. 전리권(이온권)에 대한 설명 중 옳은 것은?

① 태양의 플레어가 발생할 경우 F층이 강화되어 전파 통신 두절 현상이 발생한다.
② 전리권은 대기성분들의 광해리 반응에 따른 이온 농도와 관련이 있다.
③ 야간에는 F층이 F_1층과 F_2층으로 분화된다.
④ D층은 90~160km 고도에 형성된다.

정답 2번

출제 포인트

전리권의 생성 원리와 D층·F층의 고도별 구조, 주야간 변화 및 태양 플레어가 전파 통신에 미치는 영향을 구분하는 문제이다.

핵심 개념

전리권은 태양의 자외선과 X선 등에 의해 대기 성분이 이온화되어 전자와 이온이 많이 존재하는 상층 대기 영역이다. 전자·이온 농도는 태양 복사에 의한 생성과 재결합에 의해 달라지며 전파의 반사·흡수에 영향을 준다. 낮에는 F층이 F1층과 F2층으로 나뉘지만, 밤에는 F1층이 사라져 사실상 하나의 F층만 남는다. D층은 대략 60 ~ 90*km* 부근의 가장 낮은 전리층이다.

선지별 해설

① X
틀린 표현은 'F층이 강화되어 전파 통신 두절 현상이 발생한다'이다. 태양 플레어가 발생하면 태양 X선이 급증하여 낮 쪽 D층의 이온화와 전파 흡수가 강해지고, 이에 따라 단파 통신이 약화되거나 두절되는 델린저 현상이 나타난다.

② O
전리권의 전자와 이온은 태양 복사에 의한 대기 성분의 광화학 반응과 이온화로 생성된다. 따라서 전리권은 대기 성분의 광해리·광이온화 반응에 따른 이온 농도와 관련된다.

③ X
틀린 표현은 '야간에는'이다. F층이 F1층과 F2층으로 분화되는 때는 주간이며, 야간에는 F1층이 소멸하여 주로 F2층에 해당하는 하나의 F층만 남는다.

④ X
틀린 표현은 'D층은 90 ~ 160*km* 고도에 형성된다'이다. D층은 대략 60 ~ 90*km* 고도에 형성되며, 90 ~ 160*km* 부근은 주로 E층에 해당한다.

NoteBase

오답 포인트

①은 플레어 때 전파 장애가 생긴다는 결과만 맞고 원인 층을 F층으로 바꾼 함정이다. ③은 F1·F2 분화의 시간대를 주간에서 야간으로 뒤집었고, ④는 D층과 E층의 고도 범위를 바꾸었다.

다시 나오면 이렇게 판단

전리층 문항은 '아래에서 D-E-F', '낮에는 F1·F2 분화, 밤에는 F1 소멸', '플레어에 의한 단파 통신 장애는 D층 흡수 증가'의 세 기준으로 판단한다.

암기 포인트

낮에는 F1·F2, 밤에는 F 하나, 플레어 단파 장애는 D층 흡수 증가이다.

NoteBase

문 9. 지구 대기대순환의 특성에 관한 설명 중 옳은 것은?

① 대기대순환의 공간규모는 2,000km 정도에 해당한다.
② 지구의 자전속도가 더 빠르다면 북반구의 아열대 고기압대는 북상할 것이다.
③ 대표적인 대기대순환 모형인 삼세포 순환은 직접순환과 간접순환으로 구성되어 있다.
④ 지구의 자전이 없다고 가정할 경우 지구 대기대순환은 북반구에서 크게 두 개의 순환으로 나타날 것이다.

정답 3번

출제 포인트

대기 현상의 공간 규모, 지구 자전 속도에 따른 순환대의 위치, 3세포 대기대순환 모형의 구성, 무자전 지구의 순환 구조를 구분하는 문제이다.

핵심 개념

종관규모 대기 현상은 고기압·저기압처럼 수천 *km* 범위에서 나타나는 현상이다. 지구가 자전하는 실제 조건에서는 한 반구의 대기대순환이 해들리 세포, 페렐 세포, 극 세포의 세 세포로 설명된다. 해들리 세포와 극 세포는 가열 차이에 의해 구동되는 직접순환이고, 그 사이의 페렐 세포는 간접순환이다. 지구가 자전하지 않는다고 가정하면 각 반구에 적도와 극을 잇는 하나의 큰 직접순환이 형성된다.

NoteBase

선지별 해설

① X
대기대순환은 지구 전체 규모의 행성규모 순환이며, 공간 규모를 약 2,000*km*로 한정하는 것은 적절하지 않다. 약 2,000*km*는 고기압·저기압과 같은 종관규모 현상에 해당한다. 틀린 표현은 '대기대순환의 공간규모는 2,000*km* 정도'이며, 올바르게는 '대기대순환은 지구적·행성규모의 순환이고, 2,000*km* 정도는 종관규모에 해당한다'이다.

② X
지구의 자전이 빨라지면 전향력의 영향이 강해져 해들리 순환의 남북 폭이 좁아지고, 북반구의 하강 지점인 아열대 고기압대는 적도 쪽으로 이동한다. 틀린 표현은 '북상할 것이다'이며, 올바르게는 '남쪽인 적도 쪽으로 이동할 것이다'이다.

③ O
대표적인 3세포 모형은 직접순환인 해들리 세포와 극 세포, 간접순환인 페렐 세포로 구성된다. 따라서 직접순환과 간접순환이 함께 존재한다는 설명은 옳다.

④ X
지구가 자전하지 않으면 각 반구에 적도와 극을 연결하는 하나의 큰 직접순환이 형성되므로 지구 전체로는 두 개, 북반구에는 한 개의 순환이 나타난다. 틀린 표현은 '북반구에서 크게 두 개의 순환'이며, 올바르게는 '북반구에서 하나의 큰 순환'이다.

오답 포인트

①은 '대기대순환'과 '종관규모'를 바꾸어 놓았고, ④는 지구 전체의 순환 수인 두 개를 북반구의 순환 수로 바꾸어 놓았다. ②에서는 자전이 빨라질수록 해들리 순환이 넓어진다고 착각하기 쉽지만, 전향력의 영향이 커져 순환 폭은 좁아지고 북반구 아열대 고기압대는 적도 쪽으로 이동한다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 공간 규모의 주체가 대기대순환인지 고기압·저기압인지 구분한다. 이어 3세포 모형은 해들리·페렐·극 세포, 무자전 모형은 반구당 한 세포라는 기준을 적용한다. 자전 속도 변화는 '자전 증가 → 전향력 영향 증가 → 해들리 순환 폭 감소 → 북반구 아열대 고기압대의 적도 방향 이동'으로 판단한다.

암기 포인트

3세포 모형은 해들리·페렐·극, 직접순환은 해들리·극, 간접순환은 페렐이다. 무자전 지구는 반구당 한 세포이다.

NoteBase

문 10. 대기조성의 특성을 설명한 내용 중 옳은 것을 모두 고른 것은?

ㄱ. 이산화탄소(CO_2) 양은 광합성이 활발한 계절에는 감소하고, 휴지기에는 증가한다.
ㄴ. 산소(O_2)와 질소(N_2)의 구성비는 대류권에서부터 열권까지 일정하다.
ㄷ. 온실기체 중 시·공간적으로 변화가 가장 큰 기체는 수증기(H_2O)이다.

① ㄱ, ㄴ ② ㄱ, ㄷ ③ ㄴ, ㄷ ④ ㄱ, ㄴ, ㄷ

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 대기 중 이산화탄소의 계절 변화, 산소와 질소의 고도별 구성비, 온실기체의 시·공간적 변동성을 묻는 문제이다.

핵심 개념

이산화탄소의 계절 변화: 식물의 광합성과 호흡·분해의 상대적 크기에 따라 달라진다.
균질권과 비균질권: 대기는 중간권 상부 부근까지 기체 구성비가 거의 일정하지만, 그보다 높은 열권에서는 분자량 등에 따라 구성비가 달라진다.
수증기의 변동성: 수증기는 증발·응결·강수에 직접 좌우되므로 온실기체 가운데 시·공간적 변화가 가장 크다.

선지별 해설

① X — ㄱ은 옳지만 ㄴ은 틀리고 ㄷ은 옳으므로 'ㄱ, ㄴ'은 옳은 내용의 조합이 아니다. 틀린 조합 'ㄱ, ㄴ'은 'ㄱ, ㄷ'으로 고쳐야 한다.
② O — ㄱ과 ㄷ이 모두 옳고 ㄴ은 틀리므로 'ㄱ, ㄷ'이 정답 조합이다. 광합성이 활발한 계절에는 CO_2가 감소하고 휴지기에는 증가하며, 수증기는 증발·응결·강수 때문에 시·공간적 변동이 가장 크다.
③ X — ㄴ은 틀리고 ㄱ은 옳으므로 'ㄴ, ㄷ'은 옳은 내용의 조합이 아니다. 틀린 조합 'ㄴ, ㄷ'은 'ㄱ, ㄷ'으로 고쳐야 한다. O_2와 N_2의 구성비는 열권 전체까지 일정하지 않고, 비균질권인 열권에서는 고도에 따라 달라진다.
④ X — ㄴ이 틀렸으므로 'ㄱ, ㄴ, ㄷ'은 옳은 내용의 조합이 아니다. 틀린 조합 'ㄱ, ㄴ, ㄷ'은 'ㄱ, ㄷ'으로 고쳐야 한다. ㄴ은 '산소와 질소의 구성비는 대류권에서 중간권 상부 부근까지 거의 일정하며, 열권에서는 고도에 따라 달라진다'가 올바른 표현이다.

NoteBase

오답 포인트

ㄴ의 ‘열권까지 일정하다’가 함정이다. 대기의 주성분 구성비가 거의 일정한 범위는 균질권이며, 열권 전체까지 이어지는 것이 아니다. 또한 수증기는 온실효과가 있다는 사실뿐 아니라 증발·응결·강수로 분포가 빠르게 달라진다는 점을 함께 판단해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

계절 변화는 광합성과 호흡·분해의 균형으로, 고도별 조성은 균질권과 비균질권의 경계로, 온실기체의 변동성은 상변화와 물 순환의 영향을 받는지로 판단한다.

암기 포인트

성장기에는 CO_2 감소, 열권에서는 기체 구성비 변화, 온실기체 중 변동성은 수증기가 가장 크다.

NoteBase

문 11. 위도에 따른 전향력의 변화로 유도되는 대규모 대기 운동의 파동은 무엇인가?

① 일시파 ② 로스비파 ③ 정상파 ④ 중력파

정답 2번

출제 포인트

위도에 따른 전향력의 변화인 베타 효과로 발생하는 대규모 대기 파동이 무엇인지 묻는 문제이다.

핵심 개념

로스비파는 위도에 따라 전향력의 크기가 달라지는 베타 효과 때문에 생기는 대규모 파동이다. 일시파와 정상파는 파동의 시간적 변화나 이동 여부에 따른 구분이고, 중력파는 중력과 부력이 복원력으로 작용하는 파동이다.

선지별 해설

① X — '일시파'는 틀린 표현이다. 일시파는 시간에 따라 발달·이동·소멸하는 파동이며, 위도에 따른 전향력 변화로 유도되는 파동은 로스비파이다.
② O — 로스비파는 위도에 따른 전향력의 변화, 즉 베타 효과로 발생하는 대규모 대기 파동이므로 옳다.
③ X — '정상파'는 틀린 표현이다. 정상파는 파동의 마루와 골이 지표에 대해 거의 이동하지 않는 파동이며, 위도에 따른 전향력 변화로 유도되는 파동은 로스비파이다.
④ X — '중력파'는 틀린 표현이다. 중력파는 중력과 부력이 복원력으로 작용하여 생기는 파동이며, 위도에 따른 전향력 변화로 유도되는 파동은 로스비파이다.

오답 포인트

일시파와 정상파는 파동의 시간적 지속성과 이동 상태를 나타내는 분류이므로, 파동의 발생 원인을 묻는 '위도에 따른 전향력의 변화'와 직접 연결하면 안 된다. 또한 중력파는 복원력이 중력과 부력이라는 점에서 로스비파와 구별된다.

다시 나오면 이렇게 판단

'위도에 따른 전향력 변화' 또는 '베타 효과'가 제시되면 로스비파로 판단한다. '중력·부력의 복원 작용'이 제시되면 중력파로 판단하고, '이동 여부·시간 변화'가 제시되면 일시파와 정상파의 구분을 적용한다.

암기 포인트

위도별 전향력 변화는 베타 효과, 베타 효과가 만드는 대규모 파동은 로스비파이다.

NoteBase

문 12. 성층권이 절대적으로 안정한 이유에 대한 설명으로 가장 옳은 것은?

① 밀도가 낮기 때문에
② 공기의 수평 이류가 약하기 때문에
③ 오존에 의한 복사 흡수 때문에
④ 복사평형이 잘 이루어지기 때문에

정답 3번

출제 포인트

성층권에서 기온이 고도에 따라 상승하여 대기가 안정해지는 원인을 묻는 문제이다.

핵심 개념

성층권은 오존이 태양의 자외선을 흡수해 상층을 가열하므로 기온이 고도에 따라 상승하는 역전층이다. 아래쪽의 찬 공기와 위쪽의 따뜻한 공기가 안정하게 배열되어 수직 대류와 혼합이 억제된다.

선지별 해설

① X
틀린 표현은 '밀도가 낮기 때문에'이다. 공기 밀도가 낮다는 사실 자체가 절대 안정의 직접 원인은 아니다.
올바르게는 오존의 자외선 흡수로 기온이 고도에 따라 상승하기 때문에 안정하다고 해야 한다.

② X
틀린 표현은 '공기의 수평 이류가 약하기 때문에'이다. 대기 안정도는 주로 공기의 수직 변위와 기온의 연직 분포로 판단한다. 올바르게는 상층으로 갈수록 기온이 높아져 수직 운동과 대류가 억제되기 때문에 안정하다고 해야 한다.

③ O
성층권의 오존은 태양 자외선을 흡수하여 주위 공기를 가열한다. 이로 인해 기온이 고도에 따라 상승하는 역전이 형성되고 수직 대류가 억제되므로 성층권은 매우 안정하다.

④ X
틀린 표현은 '복사평형이 잘 이루어지기 때문에'이다. 복사평형 자체는 성층권의 절대 안정에 대한 직접적인 설명이 아니다. 올바르게는 오존의 자외선 흡수에 따른 상층 가열과 기온 역전 때문에 안정하다고 해야 한다.

NoteBase

오답 포인트

③의 '오존에 의한 복사 흡수'와 ④의 '복사평형'을 같은 의미로 혼동하기 쉽다. 안정도를 만드는 핵심은 단순한 복사평형이 아니라 오존이 자외선을 흡수해 상층을 가열하고 기온 역전을 형성한다는 점이다.

다시 나오면 이렇게 판단

대기층의 안정 원인을 물으면 밀도나 수평 이동보다 기온의 연직 분포를 먼저 확인한다. 고도가 높아질수록 기온이 상승하는 역전층이면 수직 대류가 억제되어 안정하며, 성층권에서는 그 원인이 오존의 자외선 흡수이다.

암기 포인트

성층권은 오존의 자외선 흡수 → 상층 가열 → 기온 역전 → 수직 대류 억제 → 안정의 순서로 연결된다.

NoteBase

문 13. 동서 방향으로 평균한 동서바람 연직분포의 특징에 관한 설명 중 가장 옳은 것은?

① 여름반구 중위도의 약 60km 고도 부근에서 관측되는 바람은 서풍이다.
② 여름반구 중위도 지역(50도 부근)의 대류권 상층에 강한 동풍이 존재하고 있다.
③ 적도지역의 약 10km 고도 부근에서는 매우 약한 동풍이 불고 있다.
④ 겨울반구 중위도 지역 약 60km 고도 부근에서 매우 강한 동풍이 관측된다.

정답 3번

출제 포인트

위도·계절·고도에 따라 달라지는 평균 동서풍의 방향을 구분하는 문제이다.

핵심 개념

서풍은 서쪽에서 동쪽으로 부는 바람이고, 동풍은 동쪽에서 서쪽으로 부는 바람이다.
중위도 대류권 상층에서는 편서풍이 우세하며, 약 60km 고도의 중간권에서는 여름 반구에 동풍, 겨울 반구에 서풍이 발달한다. 적도 부근의 약 10km 고도에서는 약한 동풍이 나타난다.

선지별 해설

① X — 틀린 표현은 '서풍'이다. 여름반구 중위도의 약 60km 고도에서는 동풍이 나타나므로, '바람은 동풍이다'로 고쳐야 한다.
② X — 틀린 표현은 '강한 동풍'이다. 여름반구 중위도 약 50도 부근의 대류권 상층에서는 편서풍대와 제트기류에 해당하는 강한 서풍이 나타나므로, '강한 서풍이 존재한다'로 고쳐야 한다.
③ O — 적도지역의 약 10km 고도 부근에서는 매우 약한 동풍이 나타나므로 옳다.
④ X — 틀린 표현은 '매우 강한 동풍'이다. 겨울반구 중위도의 약 60km 고도에서는 강한 서풍이 나타나므로, '매우 강한 서풍이 관측된다'로 고쳐야 한다.

오답 포인트

①과 ④는 약 60km 고도에서 나타나는 여름반구의 동풍과 겨울반구의 서풍을 서로 뒤바꾼 선지이다. ②는 중위도 대류권 상층의 강한 편서풍을 동풍으로 바꾼 선지이다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 고도가 대류권 상층인지 약 60km의 중간권인지 구분한다. 대류권 상층의 중위도는 강한 서풍, 중간권 중위도는 여름 동풍·겨울 서풍으로 판단한다.

NoteBase

암기 포인트

중위도 대류권 상층은 서풍, 중위도 중간권은 여름 동풍·겨울 서풍, 적도 $10km$ 부근은 약한 동풍이다.

NoteBase

문 14. 순압대기와 경압대기에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 순압대기에서는 동일한 등압면에서 기온이 일정하다.
② 경압대기에서는 등압선과 등온선이 평행하지 않다.
③ 순압대기에서는 연직으로 지균풍의 속도만 변한다.
④ 경압대기에서는 연직으로 지균풍의 속도와 방향이 모두 변한다.

정답 3번

출제 포인트

순압대기와 경압대기에서 등압면·등밀도면의 관계 및 지균풍의 연직 변화를 구별하는 문제이다.

핵심 개념

순압대기: 밀도가 기압만의 함수인 대기로, 등압면과 등밀도면이 평행하고 같은 등압면에서 기온이 일정하다. 지균풍의 연직 시어가 없어 지균풍의 속도와 방향이 높이에 따라 변하지 않는다.
경압대기: 밀도가 기압 외에 기온에도 좌우되는 대기로, 등압면과 등밀도면이 평행하지 않는다. 수평 기온 경도 때문에 지균풍이 높이에 따라 달라진다.
핵심 대비는 순압대기는 연직 지균풍 변화가 없고, 경압대기는 연직 지균풍 변화가 있다는 점이다.

선지별 해설

① O — 순압대기에서는 등압면과 등밀도면이 평행하며, 상태방정식에 따라 동일한 등압면의 기온도 일정하다.
② O — 경압대기에서는 밀도가 기압만으로 결정되지 않으므로 등압면과 등밀도면이 서로 평행하지 않는다.
③ X — 틀린 표현은 '연직으로 지균풍의 속도만 변한다'이다. 순압대기에서는 지균풍의 연직 시어가 없으므로 올바르게는 '연직으로 지균풍의 속도와 방향이 모두 변하지 않는다'이다.
④ O — 경압대기에서는 수평 기온 경도에 따른 지균풍의 연직 시어가 존재하므로 지균풍의 속도와 방향이 연직으로 변한다.

오답 포인트

③의 '속도만 변한다'는 표현이 함정이다. 순압대기는 방향만 일정한 대기가 아니라 지균풍의 속도와 방향이 모두 연직으로 일정한 대기이다.

다시 나오면 이렇게 판단

등압면과 등밀도면이 평행하고 지균풍의 연직 시어가 없으면 순압대기, 두 면이 평행하지 않고 지균풍이 높이에 따라 달라지면 경압대기로 판단한다.

NoteBase

암기 포인트

순압은 연직 변화 없음, 경압은 연직 시어 있음으로 기억한다.

NoteBase

문 15. 지균풍 및 지균근사에 관한 설명 중 옳지 않은 것은?

① 지균풍은 기압경도력과 전향력의 균형으로 기술된다.
② 지균풍은 직선운동을 한다.
③ 지균근사를 통해 시간에 따른 풍속의 변화를 추론할 수 있다.
④ 실제 대기에서는 지균풍으로부터 바람 편차가 존재한다.

정답 3번

출제 포인트

지균풍의 성립 조건과 지균근사로 판단할 수 있는 범위를 묻는 문제이다.

핵심 개념

지균풍은 마찰의 영향이 작은 자유대기에서 기압경도력과 전향력이 균형을 이루어 등압선과 나란히 부는 이상화된 바람이다. 지균근사는 가속도를 무시한 진단적 근사이므로 주어진 시각의 기압장을 이용해 바람을 추정할 수는 있지만, 그 자체만으로 시간에 따른 풍속 변화를 구할 수는 없다. 실제 바람과 지균풍의 차이를 비지균풍 성분 또는 바람 편차라고 하며, 마찰·곡률·가속도 등의 영향으로 발생한다.

선지별 해설

① O — 지균풍은 수평 기압경도력과 전향력이 크기는 같고 방향은 반대가 되도록 균형을 이룰 때 성립한다.
② O — 두 힘이 균형을 이루면 수평 가속도가 없으므로 지균풍은 직선 등압선에 평행한 직선운동으로 기술된다.
③ X — 틀린 표현은 '시간에 따른 풍속의 변화를 추론할 수 있다'이다. 지균근사는 가속도, 특히 시간 변화 항을 무시하므로 시간에 따른 풍속 변화를 직접 추론할 수 없다. 올바르게는 '주어진 시각의 기압경도에서 지균풍의 풍속과 방향을 추정할 수 있다'이다.
④ O — 실제 대기에서는 마찰, 등압선의 곡률, 국지적 가속도 등이 작용하므로 실제 바람이 지균풍과 달라지는 바람 편차가 존재한다.

오답 포인트

③은 지균근사로 풍속을 추정할 수 있다는 사실을 '시간 변화까지 추론할 수 있다'로 확장한 선지이다. 지균근사는 순간적인 기압장과 바람의 관계를 나타내지만, 시간에 따른 변화에는 무시한 가속도 항이 필요하다.

다시 나오면 이렇게 판단

지균풍 문항에서는 먼저 '기압경도력과 전향력의 균형, 마찰 무시, 직선 등압선에 평행'이라는 조건을 확인한다. 이어서 가속도나 시간 변화, 마찰 또는 곡률이 언급되면 순수한 지균근사의 범위를 벗어나는지 판단한다.

암기 포인트

지균풍은 두 힘의 균형으로 보는 순간적 바람이며, 시간 변화는 지균근사만으로 알 수 없다.

NoteBase

문 16. 금성의 지표면 온도가 지구의 지표면 온도보다 매우 높은 이유로 가장 적절한 것은?

① 자전속도의 차이 ② 대기조성의 차이
③ 슈테판-볼츠만 법칙 ④ 행성 크기의 차이

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 금성과 지구의 지표면 온도 차이를 대기 조성과 온실효과의 차이로 설명할 수 있는지를 묻는다.

핵심 개념

금성의 대기는 대부분 이산화탄소로 이루어져 있고 매우 두꺼워서, 지표가 방출한 적외선을 강하게 흡수하고 다시 방출하는 온실효과가 매우 크다. 지구는 금성보다 이산화탄소의 비율과 대기의 밀도가 훨씬 낮으므로 온실효과가 상대적으로 약하다. 따라서 금성의 높은 지표면 온도를 설명하는 결정적 차이축은 행성의 크기나 자전속도가 아니라 대기조성이다.

선지별 해설

① X — '자전속도의 차이'는 두 행성의 하루 길이와 대기 순환 등에 영향을 줄 수 있지만, 금성의 지표면 온도가 매우 높은 주된 이유는 아니다. 올바르게는 '대기조성의 차이로 인한 온실효과의 차이'이다.
② O — 금성의 두껍고 이산화탄소가 풍부한 대기는 강한 온실효과를 일으키므로, 금성의 지표면 온도가 지구보다 매우 높은 핵심 원인이다.
③ X — '슈테판-볼츠만 법칙'은 물체가 방출하는 복사에너지와 온도의 관계를 나타낼 뿐, 금성과 지구의 큰 온도 차이를 일으키는 원인 자체가 아니다. 올바르게는 '대기조성에 따른 온실효과의 차이'가 두 행성의 지표면 온도 차이를 설명한다.
④ X — '행성 크기의 차이'만으로 금성의 매우 높은 지표면 온도를 설명할 수 없다. 올바르게는 '금성의 두꺼운 이산화탄소 대기가 만드는 강한 온실효과'가 주된 이유이다.

오답 포인트

③의 슈테판-볼츠만 법칙은 온도와 복사에너지의 관계를 설명하므로 그럴듯하지만, 이 문항은 온도 차이의 직접적인 원인을 묻는다. 복사 법칙과 실제 온도를 크게 높이는 대기의 온실효과를 구분해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

행성의 지표면 온도를 비교하는 문항에서는 먼저 태양과의 거리만 보지 않고 대기의 두께와 조성, 특히 이산화탄소에 의한 온실효과를 확인한다. 금성의 비정상적으로 높은 지표면 온도는 두꺼운 이산화탄소 대기와 연결한다.

NoteBase

암기 포인트

금성의 고온은 '두꺼운 이산화탄소 대기 → 강한 온실효과'로 기억한다.

NoteBase

문 17. 부피 V, 압력 p의 두 공기덩이에서 한 공기덩이는 등온과정, 다른 한 공기덩이는 단열과정을 통해 동일한 부피 V+dV 인 상태로 변화($dV<0$) 되었다. 이때 최종 압력에 관한 설명으로 옳은 것은?

① 등온과정을 거친 경우의 최종 압력이 단열과정을 거친 경우보다 더 높다.
② 단열과정을 거친 경우의 최종 압력이 등온과정을 거친 경우보다 더 높다.
③ 등온과정 또는 단열과정과 무관하게 최종 압력은 동일하다.
④ 등온과정 또는 단열과정 모두 최종 압력은 처음 압력보다는 작다.

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 같은 초기 상태의 공기덩이를 같은 부피까지 압축할 때 등온과정과 단열과정의 최종 압력을 비교하는 문제이다.

핵심 개념

등온과정은 온도가 일정한 상태에서 압력과 부피가 변하는 과정이며, pV=일정이다.
단열과정은 외부와 열을 주고받지 않는 과정이며, pV^γ=일정이다. 공기의 비열비는 $\gamma > 1$이므로 같은 부피까지 압축하면 단열과정에서는 온도도 상승하여 등온과정보다 압력이 더 크게 증가한다.
최종 부피를 $V + dV$라 하면 $dV < 0$이므로 $V/(V + dV) > 1$이다. 따라서
$p_{ad} = p(V/(V + dV))^{\gamma} > p_{iso} = pV/(V + dV) > p$이다.

선지별 해설

① X — '등온과정의 최종 압력이 더 높다'는 부분이 틀렸다. 올바르게는 같은 부피까지 압축할 때 단열과정의 최종 압력이 등온과정의 최종 압력보다 더 높다.
② O — 단열압축에서는 압축에 따라 온도도 상승하므로, 온도가 일정한 등온압축보다 최종 압력이 더 높다.
③ X — '과정과 무관하게 최종 압력은 동일하다'는 부분이 틀렸다. 올바르게는 최종 부피가 같아도 단열과정의 최종 압력이 등온과정의 최종 압력보다 높다.
④ X — '모두 최종 압력이 처음 압력보다 작다'는 부분이 틀렸다. 올바르게는 $dV < 0$인 압축이므로 두 과정 모두 최종 압력이 처음 압력보다 크다.

NoteBase

오답 포인트

압축하면 부피가 감소한다는 사실만 보고 두 과정의 압력이 같다고 판단하기 쉽다. 그러나 단열압축은 온도 상승이 함께 일어나므로 등온압축보다 압력 증가가 더 크다. 또한 $dV < 0$은 최종 부피가 감소한다는 뜻이므로 압력은 처음보다 증가한다.

다시 나오면 이렇게 판단

같은 초기 상태에서 같은 부피까지 압축하는 문제는 먼저 압축비 $V/(V + dV) > 1$을 확인한다. 그다음 등온과정의 지수는 1, 단열과정의 지수는 $\gamma > 1$로 비교하면 단열압력, 등온압력, 초기압력의 순서가 된다.

암기 포인트

같은 만큼 압축하면 단열은 온도까지 상승하므로 단열압력 > 등온압력 > 초기압력이다.

NoteBase

문 18. 대류권에서 고도가 높아질수록 기온이 내려가는 주된 이유로 가장 옳은 것은?

① 에너지원이 지표면이기 때문이다.
② 수증기 응결이 주로 대류권 하층에서 이루어지기 때문이다.
③ 지상의 공기덩이가 위로 상승할 경우 팽창하기 때문이다.
④ 바람이 지상에서는 약하고 상층에서는 강하기 때문이다.

정답 1번

출제 포인트

대류권의 주된 가열원이 무엇인지와 공기의 단열 팽창·냉각을 이해하는지를 묻는 문제이다.

핵심 개념

대류권은 태양복사를 흡수한 지표면에 의해 아래쪽부터 주로 가열되는 층이다. 따라서 지표면에서 멀어질수록 지표의 가열 효과가 약해져 평균적으로 고도가 높을수록 기온이 낮아진다. 또한 공기가 상승하면 기압이 낮아져 팽창하고, 이 과정에서 단열 냉각된다.

선지별 해설

① O — 대류권의 주된 에너지원은 태양복사를 흡수하여 데워진 지표면이다. 대류권이 아래쪽부터 가열되므로 고도가 높아질수록 평균 기온이 낮아진다.

② X — 틀린 표현은 '수증기 응결이 주로 대류권 하층에서 이루어지기 때문'이다. 응결은 잠열을 방출하여 공기의 냉각 정도에 영향을 줄 수 있지만, 기온이 고도에 따라 낮아지는 주된 이유는 아니다. 올바르게는 '대류권이 지표면에 의해 아래쪽부터 가열되기 때문'이다.

③ X — 틀린 표현은 '지상의 공기덩이가 위로 상승할 경우 팽창하기 때문'만으로 기온 감소를 설명한 부분이다. 상승하는 공기덩이는 낮아지는 기압 때문에 팽창하면서 단열 냉각되지만, 대류권의 평균 기온이 위로 갈수록 낮아지는 주된 이유는 지표면이 대류권의 주된 가열원이기 때문이다. 올바르게는 '공기덩이가 상승하면 팽창하면서 단열 냉각된다'이다.

④ X — 틀린 표현은 '바람이 지상에서는 약하고 상층에서는 강하기 때문'이다. 지표 마찰로 지상풍이 약해질 수 있으나, 풍속의 수직 차이가 대류권의 기온 감소를 만드는 주된 원인은 아니다. 올바르게는 '지표면의 가열 효과가 고도가 높아질수록 약해지기 때문'이다.

NoteBase

오답 포인트

③의 상승·팽창은 실제로 단열 냉각을 일으키므로 그럴듯하지만, 문항은 개별 공기덩이의 냉각 과정이 아니라 대류권 전체에서 나타나는 평균적인 기온 분포의 주된 이유를 묻는다. 주된 가열원이 지표면이라는 점이 판단 기준이다.

다시 나오면 이렇게 판단

대류권의 고도별 평균 기온 분포를 물으면 먼저 '지표면이 대기를 아래에서 가열한다'를 적용한다. 상승하는 공기덩이의 온도 변화를 물으면 '기압 하강 → 팽창 → 단열 냉각'을 적용한다.

암기 포인트

대류권은 지표에서 가열되고, 상승 공기는 팽창하며 냉각된다.

NoteBase

문 19. 다음 중 지구대기의 전체 질량을 표현한 식으로 옳은 것은? (g_o : 평균 중력가속도, $\overline{P_s}$: 전지구 평균 해면기압, R_E : 지구반경, π : 원주율)

① $4\pi R_E^2 \times g_o \times \overline{P_s}$ ② $4\pi R_E^2 \times \dfrac{\overline{P_s}}{g_o}$

③ $\dfrac{4}{3}\pi R_E^3 \times \dfrac{\overline{P_s}}{g_o}$ ④ $\dfrac{4}{3}\pi R_E^3 \times g_o \times \overline{P_s}$

정답 2번

출제 포인트

평균 해면기압을 지구 전체 표면에 작용하는 대기의 총무게로 바꾸고, 이를 평균 중력가속도로 나누어 대기의 전체 질량을 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 평균 중력가속도 g_o, 지구 평균 해면기압 $\overline{P_s}$, 지구반경 R_E이다.
구해야 할 값: 지구대기의 전체 질량 M이다.
주의할 조건: 지구 표면적은 구의 부피가 아니라 $4\pi R_E^2$이며, 무게는 질량에 중력가속도를 곱한 값이다.

사용할 공식

평균 해면기압은 단위면적당 대기 기둥의 무게이므로 다음 관계가 성립한다.
$\overline{P_s} = \frac{Mg_o}{4\pi R_E^2}$
따라서 대기의 전체 질량은
$M = 4\pi R_E^2 \times \frac{\overline{P_s}}{g_o}$
이다. 압력에 지구 표면적을 곱하면 대기의 총무게가 되고, 이를 g_o로 나누면 질량이 되기 때문에 이 공식을 사용한다.

계산 과정

1. 지구의 전체 표면적을 $A = 4\pi R_E^2$로 둔다.
2. 평균 해면기압에 표면적을 곱하여 대기의 총무게 $Mg_o = \overline{P_s} \cdot 4\pi R_E^2$를 구한다.
3. 양변을 g_o로 나누면 $M = 4\pi R_E^2 \times \overline{P_s}/g_o$가 된다.

NoteBase

선지 판단

① X — $4\pi R_E^2 \times g_o \times \overline{P_s}$는 총무게를 질량으로 바꾸면서 g_o를 다시 곱한 식이다. 틀린 표현 $\times g_o$는 올바르게는 $\div g_o$이며, 식은 $4\pi R_E^2 \times \overline{P_s}/g_o$이다.
② O — $4\pi R_E^2$는 지구의 표면적이고, $\overline{P_s}/g_o$는 단위면적당 대기 질량이므로 둘의 곱은 대기의 전체 질량이다.
③ X — $\frac{4}{3}\pi R_E^3$는 구의 부피이므로 해면기압이 작용하는 면적에 사용할 수 없다. 틀린 부피항은 올바르게는 표면적 $4\pi R_E^2$이며, 식은 $4\pi R_E^2 \times \overline{P_s}/g_o$이다.
④ X — 구의 부피 $\frac{4}{3}\pi R_E^3$를 사용하고 g_o까지 곱한 점이 모두 잘못이다. 올바르게는 표면적 $4\pi R_E^2$을 사용하고 g_o로 나누어 $4\pi R_E^2 \times \overline{P_s}/g_o$로 고친다.

오답 포인트

핵심 함정은 구의 표면적 $4\pi R_E^2$과 부피 $\frac{4}{3}\pi R_E^3$를 혼동하는 것, 그리고 무게를 질량으로 바꿀 때 g_o를 곱하는 것으로 착각하는 것이다. 압력에 면적을 곱한 값은 이미 힘인 총무게이므로 질량을 구할 때는 반드시 g_o로 나눈다.

다시 나오면 이렇게 판단

기압으로 전체 대기 질량을 구할 때는 '기압 × 행성의 표면적 = 총무게'를 먼저 세운 뒤, '질량 = 총무게 ÷ 중력가속도'를 적용한다. 마지막으로 반지름의 지수가 표면적에 해당하는 2인지 확인한다.

암기 포인트

대기 질량은 '평균기압 × 구의 표면적 ÷ 중력가속도', 즉 $M = 4\pi R_E^2 \overline{P_s}/g_o$이다.

NoteBase

문 20. 엘니뇨와 라니냐에 관한 설명 중 옳은 것은?

ㄱ. 엘니뇨 시기에 적도 부근 동태평양 지역에서의 표층 온도 편차크기는 일반적으로 라니냐 시기보다 작다.
ㄴ. 엘니뇨가 절정기인 겨울에 워커순환(Walker circulation)이 약하고 라니냐의 경우 워커순환이 강하다.
ㄷ. 라니냐 시기에 적도부근 동태평양의 강수량이 평년보다 많아진다.
ㄹ. 엘니뇨 시기에 적도부근 서태평양의 강수량이 평년보다 적어진다.

① ㄱ, ㄴ ② ㄱ, ㄹ ③ ㄴ, ㄷ ④ ㄴ, ㄹ

정답 4번

출제 포인트

엘니뇨와 라니냐 때 적도 태평양의 해수면 온도 편차, 워커순환의 세기, 동·서태평양의 강수량 편차가 어떻게 달라지는지를 묻는 문제이다.

핵심 개념

엘니뇨는 적도 중·동태평양의 해수면 온도가 평년보다 높아지고 워커순환이 약해지는 현상이다. 이에 따라 대류와 강수 구역이 동쪽으로 이동하여 서태평양의 강수량은 평년보다 적어진다.
라니냐는 적도 중·동태평양의 해수면 온도가 평년보다 낮아지고 워커순환이 강해지는 현상이다. 이에 따라 적도 동태평양에서는 하강 기류가 강해져 강수량이 평년보다 적어진다.
적도 동태평양의 해수면 온도 편차 크기는 일반적으로 엘니뇨 때가 라니냐 때보다 크다.

선지별 해설

① X — ㄴ은 옳지만 ㄱ은 틀리다. ㄱ의 '엘니뇨 때의 표층 온도 편차 크기가 라니냐 때보다 작다'는 표현은 '일반적으로 라니냐 때보다 크다'로 고쳐야 한다. 따라서 ㄱ, ㄴ의 조합은 옳지 않다.
② X — ㄹ은 옳지만 ㄱ은 틀리다. 적도 동태평양의 표층 온도 편차 크기는 일반적으로 엘니뇨 때가 라니냐 때보다 크므로, ㄱ을 빼고 ㄴ을 넣어 'ㄴ, ㄹ'로 고쳐야 한다.
③ X — ㄴ은 옳지만 ㄷ은 틀리다. 라니냐 때에는 적도 동태평양의 찬물이 강화되고 하강 기류가 발달하므로, ㄷ의 '강수량이 평년보다 많아진다'는 '강수량이 평년보다 적어진다'로 고쳐야 한다. 따라서 ㄴ, ㄷ이 아니라 ㄴ, ㄹ이 옳다.
④ O — 엘니뇨가 절정인 겨울에는 무역풍과 워커순환이 약해지고, 라니냐 때에는 워커순환이 강해지므로 ㄴ은 옳다. 또한 엘니뇨 때 대류와 강수 구역이 중·동태평양 쪽으로 이동하여 적도 부근 서태평양의 강수량이 평년보다 적어지므로 ㄹ도 옳다.

NoteBase

오답 포인트

ㄱ에서는 해수면 온도의 편차 방향이 아니라 편차의 크기를 비교한다는 점이 함정이다. 또한 라니냐 때 동태평양이 차가워진다는 사실을 강수 증가로 연결하면 안 된다. 동태평양의 찬 해수는 대류를 억제하므로 ㄷ과 달리 강수량이 감소한다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 워커순환의 세기를 판단한다. 엘니뇨는 워커순환 약화, 라니냐는 강화이다. 이어서 상승 기류와 강수 구역의 이동을 연결한다. 엘니뇨 때 강수 구역은 동쪽으로 이동하여 서태평양은 건조해지고, 라니냐 때 동태평양은 하강 기류가 강화되어 건조해진다.

암기 포인트

엘니뇨는 워커순환 약화·강수대 동진·서태평양 건조, 라니냐는 워커순환 강화·동태평양 건조로 정리한다.

NoteBase