

문 22. 다음 고층기상전문을 해석한 내용 중 옳지 않은 것은?

TTAA 55001 47000 99007 31450 24001 00073 31056 16507
92768 26440 14510 85510 21638 00000 70173 13656 35504
50593 03757 33017 40765 14758 14004 30978 27759 10511
25106 37758 10513 20256 49160 12510 15440 58970 13515
10688 67578 05009 88109 66978 11011 77999 31313 52108
82321=

- ① 925 hPa의 기온은 26.4 °C, 이슬점온도는 22.4 °C이다.
- ② 불안정지수 KI(K Index)는 29.7이다.
- ③ 200 hPa의 기온은 -49.1 °C, 이슬점온도는 -59.1 °C이다.
- ④ 불안정지수 TT(Total Totals)는 46.8이다.

문 23. 앙상블 예측에 대한 설명으로 옳은 것만을 모두 고르면?

ㄱ. 멤버 간 스프레드(spread)가 큰 경우, 예측의 불확실성이 작다.
ㄴ. 날씨의 확률적 예측 정보를 제공한다.
ㄷ. 발생 가능한 다양한 위험기상 시나리오를 제공한다.
ㄹ. 컨트롤(control) 멤버는 항상 오차가 가장 작은 예측 정보를 제공한다.

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

문 24. 등온위면의 특성과 활용에 대한 설명으로 가장 옳지 않은 것은?

- ① 일반적으로 온위는 고도가 높아질수록 감소한다.
- ② 등온위면 일기도에 위치 소용돌이도를 중첩하면 대류권계면 접합을 분석할 수 있다.
- ③ 등온위면 일기도에서 바람의 방향과 등압선의 분포를 통해 공기의 연직이동을 분석할 수 있다.
- ④ 등온위면의 연직분포 분석으로 발원된 황사의 이동을 예상할 수 있다.

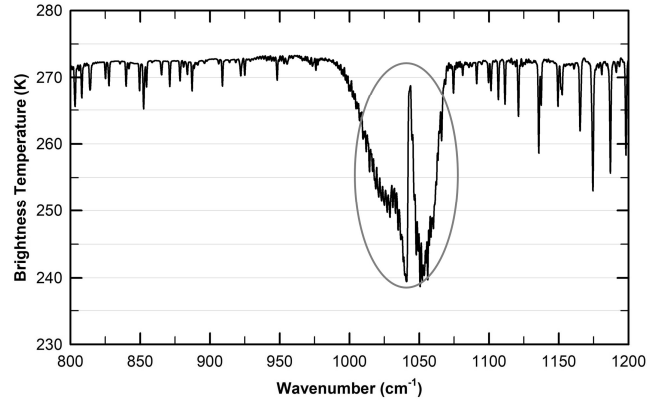
문 25. 다음은 2026년 8월 기상청 예보업무규정에 제시된 체감온도 산출식에 대한 설명이다. ㉠, ㉡에 들어갈 내용으로 바르게 연결한 것은?

(㉠)을(를) 고려한 산출식은 5~9월, (㉡)을(를) 고려한 산출식은 10월~다음 해 4월의 기간에 대해 우선 적용하되, 기온의 변동 폭이 큰 4~5월, 9~10월에는 필요 시 (㉠)을(를) 고려한 산출식과 (㉡)을(를) 고려한 산출식을 병용할 수 있다.

- | | | |
|---|-----|-----|
| | ㉠ | ㉡ |
| ① | 풍속 | 습도 |
| ② | 풍속 | 일사량 |
| ③ | 습도 | 풍속 |
| ④ | 일사량 | 습도 |

물리기상학

문 1. 다음 그림은 인공위성에서 지상 방향으로 관측한 800~1200 cm⁻¹ 채널의 밝기온도 스펙트럼이다. 1000~1070 cm⁻¹ 구간에서 밝기온도가 급격하게 감소하고, 1043 cm⁻¹ 부근에서는 밝기온도가 급격하게 증가하는 특징에 주로 기여하는 기체로 옳은 것은?



- ① CO₂
- ② H₂O
- ③ O₃
- ④ CH₄

문 2. 빙정의 비균질 핵생성(heterogeneous nucleation)에 대한 설명으로 옳은 것만을 모두 고르면?

ㄱ. 침적 핵생성(deposition nucleation)은 수증기가 얼음에 대해 과포화 상태인 경우 수증기가 빙정핵 표면에 흡착되어 빙정이 되는 과정이다.
ㄴ. 잠입 핵생성(immersion nucleation)에서는 빙정핵이 이미 수적 내부에 들어 있는 상태에서 동결이 시작된다.
ㄷ. 응결·동결(condensation followed by freezing) 핵생성에서는 빙정핵을 중심으로 수적이 형성된 뒤 동결되면서 빙정이 형성된다.
ㄹ. 접촉 핵생성(contact nucleation)은 빙정핵이 과냉각수적에 의해 포획된 후 빙정이 형성되는 과정이다.

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

문 3. 대기경계층(atmospheric boundary layer)에서 리차드슨 수(Richardson number)에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

- ① 대기의 안정도와 바람시어가 난류에 미치는 상대적인 영향을 나타내는 무차원수이다.
- ② 값이 양수이면 일반적으로 안정한 대기 상태를 의미한다.
- ③ 값이 클수록 바람시어에 의한 난류 생성이 부력에 의한 난류 억제보다 상대적으로 강하다.
- ④ 다른 조건이 동일하다면 값이 양수일 때 온위의 연직경도와 수평풍속의 연직경도 크기가 각각 2배로 커질 경우 리차드슨 수는 감소한다.

문 4. 충분히 넓고 평탄한 지표면 위 속 기류기 이론(K-theory)이 성립되는 지표층에서 수평 운동량의 연직 난류플럭스 $\overline{u'w'}$, 평균 수평풍속의 연직경도 $\frac{\partial \bar{u}}{\partial z}$, 평균 온위의 연직경도 $\frac{\partial \bar{\theta}}{\partial z}$, 난류 프란틀수(turbulent Prandtl number) Pr_t 가 다음 값으로 일정할 때, 지표면에서 방출되는 현열플럭스에 가장 가까운 값은? (단, 해당 지표층의 기압은 1000 hPa, 공기 밀도 $\rho = 1.2 \text{ kg m}^{-3}$, 정압비열 $c_p = 1,000 \text{ J kg}^{-1} \text{ K}^{-1}$ 로 일정하다고 가정한다.)

$$\overline{u'w'} = -0.16 \text{ m}^2 \text{ s}^{-2}, \quad \frac{\partial \bar{u}}{\partial z} = 0.20 \text{ s}^{-1}, \quad \frac{\partial \bar{\theta}}{\partial z} = -0.04 \text{ K m}^{-1}, \quad Pr_t = 0.8$$

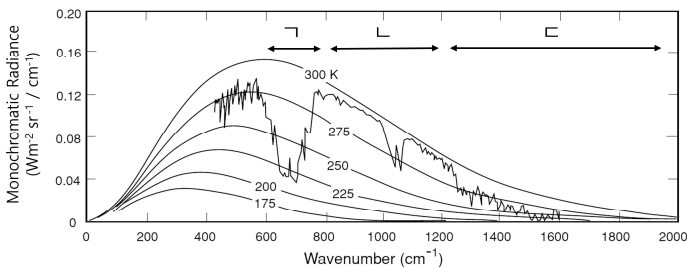
- ① 24 W m^{-2} ② 36 W m^{-2}
 ③ 48 W m^{-2} ④ 60 W m^{-2}

문 5. 파장(λ)에 따른 플랑크 함수(Planck function, $B_\lambda(T)$)에 대한 설명으로 옳은 것만을 모두 고르면?

- ㄱ. $B_\lambda(T)$ 를 파장에 대해 편미분하여 0이 될 때의 파장과 온도의 관계로 빈의 변위법칙(Wien's displacement law)을 유도할 수 있다.
 ㄴ. $B_\lambda(T)$ 를 전 파장에 대해 적분하면 흑체의 단위 면적당 방출하는 복사에너지의 총합이 절대온도의 4제곱에 비례하는 식을 얻을 수 있다.
 ㄷ. 파장이 충분히 긴 경우 복사휘도가 흑체의 절대온도와 선형 관계를 보이는 레일리-진스 근사(Rayleigh-Jeans' approximation)를 얻을 수 있다.
 ㄹ. $B_\lambda(T)$ 는 파장의 5제곱에 반비례한다.

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

문 6. 다음 그림은 온도별 플랑크 함수와 인공위성에서 지상 방향으로 관측한 적외 채널 단색복사휘도 분포를 보여주고 있다. ㄱ, ㄴ, ㄷ 파수 구간에 대한 설명으로 바르게 연결한 것은?



- | | ㄱ | ㄴ | ㄷ |
|---|----------------------|----------------------|-----------------------|
| ① | CO ₂ 흡수밴드 | CH ₄ 흡수밴드 | 대기의 창 |
| ② | CH ₄ 흡수밴드 | 대기의 창 | H ₂ O 흡수밴드 |
| ③ | 대기의 창 | CO ₂ 흡수밴드 | CH ₄ 흡수밴드 |
| ④ | CO ₂ 흡수밴드 | 대기의 창 | H ₂ O 흡수밴드 |

문 7. 두 물방울 사이의 채집 커널(collection kernel)이 다음 식으로 주어질 때, 이에 대한 설명으로 옳지 않은 것만을 모두 고르면? (단, R , r 은 두 물방울의 반지름, V_i 는 종단낙하속도, E 는 충돌효율이고, 병합효율은 1이라고 가정한다.)

$$K(R, r) = \pi(R+r)^2 E(R, r) |V_i(R) - V_i(r)|$$

- ㄱ. $R+r$ 이 커지면 채집 커널은 증가한다.
 ㄴ. 충돌효율은 0에서 1 사이의 값을 가진다.
 ㄷ. $R+r$ 이 일정할 때, 두 물방울의 크기 차이가 클수록 채집 커널이 크다.

- ① 없음 ② ㄴ
 ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄱ, ㄴ, ㄷ

문 8. 진공에서 유한한 크기의 흑체인 광원을 관측하고 있다. 광원과 관측기기 사이의 거리가 일직선으로 멀어질 때, 관측된 복사휘도(radiance)와 복사조도(irradiance)의 변화로 옳은 것은? (단, 관측기기에 의한 오차는 무시한다.)

	[복사휘도]	[복사조도]
①	감소	감소
②	보존	감소
③	감소	보존
④	보존	보존

문 9. 온도가 300 K으로 일정한 지표면을 대기의 창(atmospheric window) 영역 파장대에서 인공위성이 관측할 때 이에 대한 설명으로 옳은 것만을 모두 고르면? (단, 지표면의 해당 파장대 방출률은 0.8이고, 대기에 의한 영향은 무시한다.)

- ㄱ. 인공위성에서 관측되는 복사휘도는 300 K의 흑체가 방출하는 복사휘도보다 작다.
 ㄴ. 해당 파장대에서의 밝기온도는 240 K이다.
 ㄷ. 다른 조건이 같을 때 지표 방출률이 감소하면 밝기온도는 증가한다.
 ㄹ. 지표면의 해당 파장대 방출률이 1에 가까워질수록 밝기온도는 300 K에 가까워진다.

- ① ㄱ, ㄷ ② ㄱ, ㄹ
 ③ ㄴ, ㄹ ④ ㄷ, ㄹ

문 10. 쾨러곡선(Köhler curve)의 방정식에서 용질의 종류와 표면장력 등 다른 조건은 같고 용해된 용질의 몰수만 증가할 때, 임계 포화비 S_c 와 임계반경 r_c 의 변화로 옳은 것은?

- ① S_c 감소, r_c 증가
 ② S_c 증가, r_c 감소
 ③ S_c 증가, r_c 증가
 ④ S_c 감소, r_c 감소

문 11. 야간의 안정경계층에서 강한 하층제트(low-level jet)가 형성되었다. 이 경우 나타날 수 있는 현상에 대한 설명으로 옳은 것은?

- ① 부력에 의한 난류 생성만 가능하다.
- ② 안정성 때문에 시어에 의한 난류 생성도 불가능하다.
- ③ 부력은 난류를 억제하지만 강한 시어가 기계적 난류를 생성할 수 있다.
- ④ 시어가 커질수록 난류운동에너지는 감소한다.

문 12. 충분히 넓고 평탄한 지표면 위 중립 지표층에서 고도 2m 수평 풍속이 3.0 ms^{-1} , 고도 20m 수평풍속이 6.0 ms^{-1} 로 관측되었다. 이때 마찰속도에 가장 가까운 값은? (단, 폰 카르만 상수는 0.4이고, 수평풍속은 연직방향에 따라 대수(logarithmic) 분포를 따르며, $\ln 10 = 2.3$ 으로 근사한다.)

- ① 약 0.26 ms^{-1}
- ② 약 0.52 ms^{-1}
- ③ 약 0.75 ms^{-1}
- ④ 약 1.04 ms^{-1}

문 13. 대기의 안정도에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

- ① 대기가 조건불안정 상태에 있을 때, 불포화 공기가 강제 상승에 의해 최초로 주위 공기에 대해 양(+)의 부력을 가지면서 자발적 상승이 일어나는 고도를 자유대류고도라고 한다.
- ② 불포화 공기가 단열과정을 따라 상승 및 하강하는 경우, 건조 단열감률을 따른다.
- ③ 기압이 일정할 때, 습윤단열감률은 기온이 증가함에 따라 감소한다.
- ④ 환경감률이 습윤단열감률보다 작은 경우, 대기는 절대불안정한 상태이다.

문 14. 한랭구름(cold cloud)에서 베르게론-핀다이젠(Bergeron-Findeisen) 과정에 의한 빙정 성장이 가장 효율적으로 일어나는 온도 범위는?

- ① $0 \sim -5^\circ \text{C}$
- ② $-10 \sim -15^\circ \text{C}$
- ③ $-25 \sim -30^\circ \text{C}$
- ④ $-35 \sim -40^\circ \text{C}$

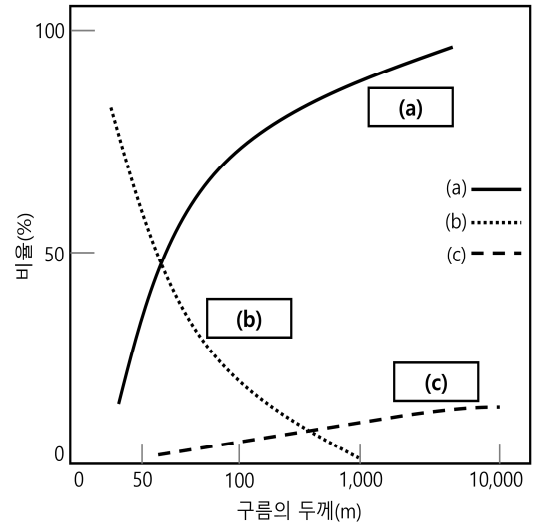
문 15. 어떤 지표면에서 에너지가 균형을 이루고 있을 때 다음과 같이 관측되었다. 이때 지표면에서 방출되는 잠열플럭스는?

(단, 지표면과 대기는 수평적으로 균일하고 정상상태(steady-state)임을 가정하며, 복사, 현열, 잠열, 지중열 외의 다른 영향은 고려하지 않는다. 또한 장파복사에 대한 지표면의 흡수율은 1이다.)

- 입사 태양복사플럭스: 700 W m^{-2}
- 태양복사에 대한 지표면 알베도: 0.3
- 입사 장파복사플럭스: 350 W m^{-2}
- 방출 장파복사플럭스: 440 W m^{-2}
- 지중열플럭스(하향): 50 W m^{-2}
- 보웬비(Bowen ratio): 0.4

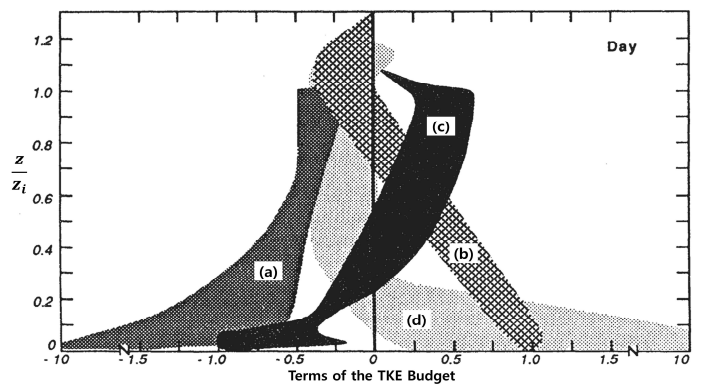
- ① 100 W m^{-2}
- ② 150 W m^{-2}
- ③ 250 W m^{-2}
- ④ 350 W m^{-2}

문 16. 다음 그림은 구름의 두께에 따라 달라지는 태양복사에너지에 대한 구름의 평균적인 반사율, 흡수율, 투과율을 나타낸다. (a)~(c)에 해당하는 복사 특성으로 바르게 연결한 것은?



- | | (a) | (b) | (c) |
|---|-----|-----|-----|
| ① | 반사 | 투과 | 흡수 |
| ② | 반사 | 흡수 | 투과 |
| ③ | 흡수 | 투과 | 반사 |
| ④ | 흡수 | 반사 | 투과 |

문 17. 다음 그림에서 음영된 영역은 맑은 날 낮의 대류성 혼합층에서 고도에 따른 난류운동에너지방정식의 각 기여항(부력, 소산, 수송, 시어)의 변화를 보여준다. 모든 항은 $\frac{w_*^3}{z_i}$ 로 나누어 정규화되었다. (a)~(d)의 항을 바르게 연결한 것은? (단, w_* 는 대류 속도 규모를 나타내며, z_i 는 혼합층의 높이를 나타낸다.)



- | | (a) | (b) | (c) | (d) |
|---|-----|-----|-----|-----|
| ① | 소산 | 부력 | 수송 | 시어 |
| ② | 수송 | 소산 | 시어 | 부력 |
| ③ | 소산 | 부력 | 시어 | 수송 |
| ④ | 수송 | 소산 | 부력 | 시어 |

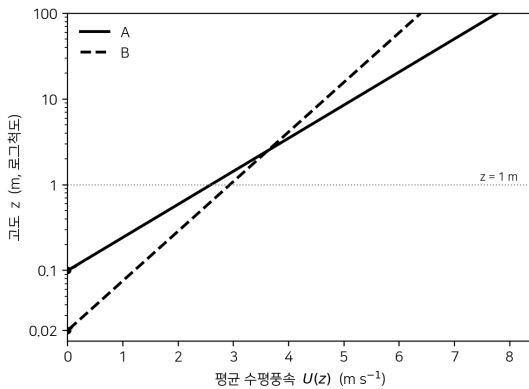
문 18. 지표 에너지수지(surface energy balance)에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

- ① 낮 동안 따뜻하고 건조한 공기가 차갑고 습윤한 지표면 위로 유입되는 경우, 현열플럭스는 지표면에서 대기로 향한다.
- ② 식생이 충분하고 토양이 습윤한 경우, 순복사에너지 중 잠열 플럭스로 분배되는 비율이 증가할 수 있다.
- ③ 건조한 지표에서는 증발이 제한되므로 현열플럭스의 비중이 증가할 수 있다.
- ④ 순복사에너지는 현열, 잠열, 지중열 등의 형태로 분배될 수 있다.

문 19. 두께가 100 m인 대기층의 아래쪽과 위쪽에서 측정한 순복사 플럭스가 각각 $+250 \text{ W m}^{-2}$, $+300 \text{ W m}^{-2}$ 이다. 오직 연직방향의 복사만을 고려할 때, 해당 대기층의 복사에 의한 시간당 기온 변화율은? (단, 공기 밀도(ρ)는 1 kg m^{-3} , 정압비열(c_p)은 $1,000 \text{ J kg}^{-1} \text{ K}^{-1}$ 로 해당 대기층에서 일정하고, 대기층 내 순복사 플럭스는 높이에 따라 선형적으로 변하며, 순복사플럭스의 상향을 양(+)으로 가정한다.)

- ① 약 -1.8 K h^{-1} ② 약 -0.18 K h^{-1}
- ③ 약 $+0.18 \text{ K h}^{-1}$ ④ 약 $+1.8 \text{ K h}^{-1}$

문 20. 다음 그림은 충분히 넓고 평탄한 서로 다른 두 지표면 A와 B의 중립 지표층에서 평균 수평풍속 $U(z)$ 의 연직분포를 나타낸 것이다. 두 경우 모두 평균 수평풍속이 연직 방향에 따라 대수(logarithmic) 분포를 따른다. 이에 대한 설명으로 옳은 것만을 모두 고르면?



- ㄱ. A의 마찰속도는 B보다 크다.
- ㄴ. A의 거칠기길이는 B보다 크다.
- ㄷ. 두 경우의 공기 밀도가 같다면 A의 지표면 층밀립 응력(shear stress)의 크기는 B보다 크다.
- ㄹ. 같은 높이에서 평균 수평풍속의 연직 시어는 B가 A보다 크다.

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

문 21. 파장 480 nm에 대한 어떤 입자의 산란계수가 3 km^{-1} , 흡수계수가 1 km^{-1} 일 때, 이 입자의 해당 파장에 대한 단일산란알베도(single scattering albedo)는?

- ① 0.25 ② 0.33
- ③ 0.50 ④ 0.75

문 22. 강수과정에 대한 설명으로 가장 옳지 않은 것은?

- ① 동일한 영하의 온도에서 물에 대한 포화수증기압은 얼음에 대한 포화수증기압보다 크다.
- ② 층들을 통해 물방울이 합쳐지는 과정을 병합이라 한다.
- ③ 응결과정만으로는 실제 구름에서 구름입자가 1시간 이내에 강우입자로 성장하는 것을 설명하지 못한다.
- ④ -30°C 의 온도에서는 모든 액체 물방울이 빙정으로 전환된다.

문 23. 대기경계층(atmospheric boundary layer)에 대한 설명으로 옳은 것만을 모두 고르면?

- ㄱ. 지표면의 영향을 직접적으로 받는 대류권의 하부 영역이다.
- ㄴ. 대기경계층에서 난류는 운동량, 열, 질량 수송의 주된 수단 중 하나이다.
- ㄷ. 육상의 대기경계층은 최대 수 km 두께까지 시·공간적으로 크게 변동할 수 있다.

- ① ㄱ, ㄴ ② ㄱ, ㄷ
- ③ ㄴ, ㄷ ④ ㄱ, ㄴ, ㄷ

문 24. 건조 공기가 구름에 혼합되는 형태에 대한 설명으로 가장 옳은 것은?

- ① 균질 혼합에서는 모든 수적의 반지름 감소량이 같다.
- ② 비균질 혼합에서는 수적의 수농도가 감소할 수 있다.
- ③ 모든 혼합 형태는 수적 크기 분포를 좁힌다.
- ④ 혼합 형태는 수적의 수농도에 영향을 줄 수 없다.

문 25. 우박의 성장 과정에 대한 설명으로 옳은 것만을 모두 고르면?

- ㄱ. 우박에 충돌한 과냉각수적이 즉시 모두 얼지 못하여 우박 표면에 액체 수막이 존재할 수 있다.
- ㄴ. 습윤 성장에서는 건조 성장보다 공기방울이 적게 간헐 상대적으로 투명한 얼음층이 우박 표면에 형성되는 경향이 있다.
- ㄷ. 주위 공기가 불포화 상태일 때 우박 표면이 수증기로 증발하여 우박 표면은 열을 잃을 수 있다.
- ㄹ. 주위 기온이 0°C 보다 낮더라도 과냉각수적의 충돌 및 동결로 방출되는 잠열로 인해 우박 표면 일부가 액체 상태로 남을 수 있다.

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