

기상직 7급 국가공무원 공개경쟁채용 제2차시험

| 기상 |

<3과목 전공>

응시번호
성명

문제책형
나

제1과목	제2과목	제3과목	제4과목
	기상역학	일기분석 및 예보법	물리기상학



응시자 주의사항

- 시험시작 전 시험문제를 열람하는 행위나 시험종료 후 답안을 작성하는 행위를 한 사람은 「공무원임용시험령」 제51조에 의거 부정행위자로 처리됩니다.
- 답안지 책형 표기는 시험시작 전 감독관의 지시에 따라 문제책 앞면에 인쇄된 문제책형을 확인한 후, 답안지 책형란에 해당 책형(1개)을 '●'로 표기하여야 합니다.
- 시험이 시작되면 문제를 주의 깊게 읽은 후, 문항의 취지에 가장 적합한 하나의 정답만을 고르며, 문제내용에 관한 질문은 할 수 없습니다.
- 답안지의 모든 기재 및 표기 사항은 컴퓨터용 검정색 사인펜을 사용하며, 올바른 표기 방식으로 답안을 작성해야 합니다.
올바른 표기: ● 잘못된 표기: ⊙ ⊗ ⊖ ⊕ ⊗ ⊙ ⊖ ⊕
- 답안을 잘못 표기하였을 경우에는 답안지를 교체하여 작성하거나 수정할 수 있으며, 표기한 답안을 수정할 때는 응시자 본인이 가져온 수정테이프만을 사용하여 해당 부분을 완전히 지우고 부착된 수정테이프가 떨어지지 않도록 손으로 눌러주어야 합니다. (수정액 또는 수정스티커 등은 사용 불가)
 - 불량한 수정테이프의 사용과 불완전한 수정처리로 발생하는 모든 문제는 응시자 본인에게 책임이 있습니다.
- 시험시간 관리의 책임은 응시자 본인에게 있으며, 문제책은 시험종료 후 가지고 갈 수 있습니다.

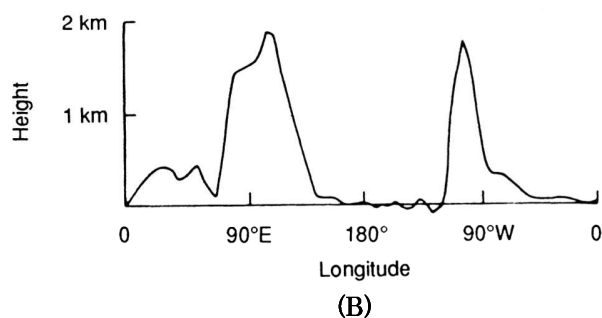
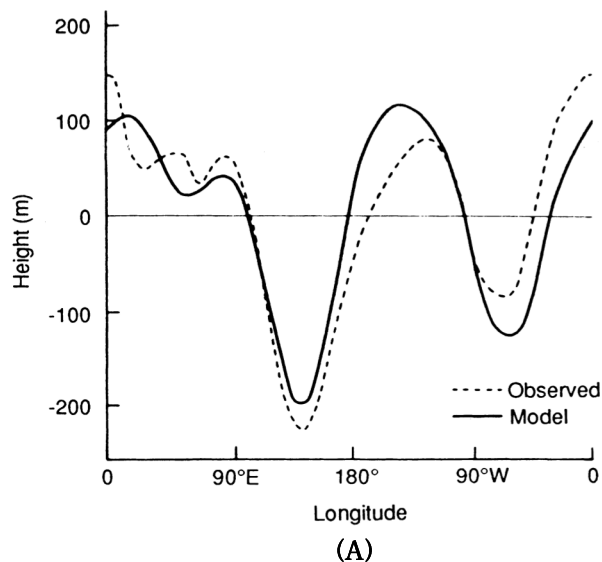


정답공개 및 이의제기 안내

- 정답공개: 정답가안 9.21.(월) 11:00, 최종정답 9.30.(수) 18:00 / 국가공무원 채용시스템, 기상청 기상행정 누리집
- 이의제기: 9.21.(월) 11:00 ~ 9.22.(화) 18:00 / 국가공무원 채용시스템
 - 구체적인 이의제기 방법은 정답가안 공개 시 공지 예정



문 13. (A)는 지형에 의해서 유도되는 정제 로스비파를 다룬 차니-엘리어슨(Charney-Eliassen) 계산 결과(실선)와 1월 평균 45°N에서 관측된 500 hPa 고도장 섭동(점선)을 비교한 그림이고, (B)는 계산에서 사용된 45°N의 평활화된 지형의 단면도이다. 이에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

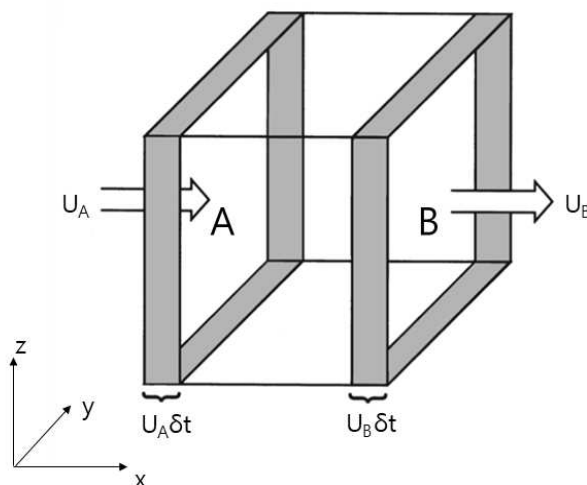


- ① 지형에 의해서 유도되는 정체 로스비파의 파수(K)가 임계파수 ($K_s \equiv \frac{\beta}{u}$)와 같을 때 진폭이 최대가 된다.
- ② 해당 결과를 통해 북반구 중위도의 정체 로스비파가 히말라야 산맥이나 로키 산맥에 의해 유도됨을 알 수 있다.
- ③ 해당 결과는 에크만 펌핑 형태의 경계층 항력이 포함되지 않는다.
- ④ 산 정상은 지위고도의 골보다 약 1/4 주기 서쪽에 나타난다.

문 14. 북반구에서 순환 정리(circulation theorem)에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

- ① 대기의 밀도가 압력과 온도의 함수인 경우, 절대 순환은 보존되지 않는다.
- ② 등압면 위 닫힌 곡선에 대해 절대 순환은 반드시 보존된다.
- ③ 순압대기에서 북쪽으로 이동하는 수평면 닫힌 곡선에는 양의 상대 순환이 유도된다.
- ④ 맑은 날 낮의 해풍을 경압 대기에 대한 절대 순환 방정식으로 설명할 수 있다.

문 15. 다음 그림은 y, z 평면에서 동일한 유체입자로 이루어진 작은 물질체적의 각 면(A, B로 표시)이 유체와 함께 x 방향으로 각각 U_A, U_B 속도로 이동하는 모습을 나타낸다. 흐름은 x 방향으로만 존재하며 $U_B > U_A > 0$ 이다. 밀도장은 시간과 공간에 따라 변할 수 있다. 이에 대한 설명으로 옳은 것만을 모두 고르면? (단, y, z 방향의 길이는 변하지 않고 질량의 생성과 소멸은 없다.)



- ㉠. 물질체적 내부에서는 $\frac{\partial u}{\partial x} > 0$ 인 발산 흐름이 나타난다.
- ㉡. 물질체적을 따라 관측한 밀도변화율 $\frac{D\rho}{Dt}$ 는 음수이다.
- ㉢. 고정된 위치에서 관측한 밀도의 국지적 시간변화율 $\frac{\partial \rho}{\partial t}$ 는 음수이다.

- ① $\neg$
② $\neg, \perp$
③ $\perp, \sqsubset$
④ $\neg, \perp, \sqsubset$

문 16. 하부에 산악이 없고 평균 깊이가 H 인 운동이 없는 기본상태의 천수 유체에 대해서 선형화된 수평 운동방정식과 연속방정식을 깊이 h' 에 대한 방정식으로 정리하면 다음과 같은 방정식을 얻는다. 이 방정식으로 알 수 있는 천수 파동에 대한 설명으로 옳은 것만을 모두 고르면?

$$\frac{\partial^3 h'}{\partial t^3} + (f^2 - gH\nabla_h^2) \frac{\partial h'}{\partial t} = 0$$

- ㄱ. 파동해($h' = \text{Re}\{Ae^{i(kx + ly - \nu t)}\}$)를 가정하여 위 식에 대입하면 진동수(ν)에 관한 3차식을 얻을 수 있다.
- ㄴ. 진동수가 0인 모드는 진동하지 않는 정체 중력파를 나타낸다.
- ㄷ. $f = 0$ 인 경우, 진동수가 0이 아닌 모드에서의 파동은 비분산성이다.

- ① $\neg$
② $\neg, \perp$
③ $\neg, \sqsubset$
④ $\perp, \sqsubset$

문 17. 로렌츠(Lorenz) 에너지 순환에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

- ① 에디에 의해 따뜻한 공기는 극으로, 차가운 공기는 적도로 수송되면 평균가용위치에너지가 에디가용위치에너지로 전환된다.
- ② 따뜻한 공기가 연직으로 상승하면 에디가용위치에너지가 에디운동에너지로 전환된다.
- ③ 평균가용위치에너지는 에디가용위치에너지로의 전환을 거쳐 에디운동에너지로 변환될 수 있다.
- ④ 닫힌계의 에너지는 보존되므로 지구의 평균가용위치에너지, 에디가용위치에너지, 평균운동에너지, 에디운동에너지를 더한 값은 항상 일정하게 유지된다.

문 18. 밀도와 성분이 같은 정육면체 모양의 두 유체덩이 A와 B가 있다. B의 한 변의 길이는 A의 2배이다. 두 유체덩이에 동일한 중력가속도가 작용하고, 모든 경계면에서의 평균 층밀립 응력(shear stress)이 동일할 때, A에 대한 B의 중력과 점성력(viscous force)의 크기비로 옳은 것은?

- ① 중력 2배, 점성력 2배
- ② 중력 4배, 점성력 8배
- ③ 중력 8배, 점성력 4배
- ④ 중력 8배, 점성력 8배

문 19. 다음은 기본류가 없는 적도 베타평면(β -plane)의 선형 천수 방정식에서 섭동장을 나타낸다. 이를 통해 유도되는 적도 켈빈파(Kelvin wave)에 대한 설명으로 옳은 것만을 모두 고르면? (단, 적도에서 멀어질수록 파동의 진폭이 감소하는 경계조건을 적용한다.)

$$\begin{pmatrix} u' \\ v' \\ \phi' \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \hat{u}(y) \\ \hat{v}(y) \\ \hat{\phi}(y) \end{pmatrix} e^{i(kx - \nu t)}$$

ν : 진동수, k : 동서방향 파수

- ㄱ. 적도 켈빈파는 적도에 중심을 두고 위도에 따라 가우스 분포를 하고 있는 동서 속도 섭동과 지오펜셜 섭동을 갖는다.
- ㄴ. 적도 베타평면의 근사를 적용하면 적도를 사이에 두고 코리올리 매개변수의 부호가 바뀌지 않는다.
- ㄷ. 적도 켈빈파에서 $c^2 = (\frac{\nu}{k})^2 = gh_e$ 를 만족하는 적도에 갇힌 해는 동쪽으로만 전파된다. (g : 중력가속도, h_e : 유체 깊이)
- ㄹ. 적도 켈빈파에서 $v' = 0$ 이기 때문에 남북방향 기압경도력도 0이 되며, 동서방향 바람에 작용하는 전향력과 남북방향 기압경도력 사이의 지균 균형은 존재하지 않는다.

- ① ㄱ, ㄴ
- ② ㄱ, ㄷ
- ③ ㄱ, ㄹ
- ④ ㄴ, ㄷ

문 20. 북반구에서 발달하는 태풍에 대한 설명으로 옳은 것은?

- ① 대기-해양 상호작용이 마찰소산과 균형을 이루기 위한 위치 에너지를 제공하는 효율은 해양에서 대기로의 위치에너지 전달률에 의해 결정된다.
- ② 태풍의 곡률반경이 작아질수록 지균풍과 경도풍의 차이는 줄어든다.
- ③ 태풍의 이차순환은 하층에서의 중심 방향 유입, 태풍 눈벽에서 온위를 보존하며 상승하는 기류, 상층에서의 유출 등으로 구성된다.
- ④ 저기압성 곡률이 강해질수록 원심력의 영향이 커지므로, 동일한 기압경도에 대한 경도풍의 풍속은 지균풍보다 커진다.

문 21. 동태평양 해수면 온도 편차 $T(t)$ 는 다음의 지연진동 방정식을 따른다. 이와 관련된 엘니뇨의 발달과 쇠퇴에 대한 설명으로 옳은 것만을 모두 고르면?

$$\frac{dT}{dt} = bT(t) - cT(t-\tau)$$

b, c : 양의 상수, t : 시간

- ㄱ. 엘니뇨 시 동태평양 해수면 온도가 상승하면 무역풍과 용승이 약화되고, 다시 해수면 온도 상승을 강화한다. 이는 $bT(t)$ 에 해당하는 양의 되먹임이다.
- ㄴ. 엘니뇨 발달기에는 $bT(t) > cT(t-\tau)$ 가 되어 해수면 온도 편차가 증가하고, 쇠퇴기에는 그 반대가 될 수 있다.
- ㄷ. $-cT(t-\tau)$ 는 적도 해양파가 동쪽으로 전파된 뒤 서쪽으로 반사되어 수온약층을 조절하고 해수면 온도를 낮추는 지연된 음의 되먹임이다.
- ㄹ. 지연시간 모델을 통해 ENSO 순환주기의 평균적인 양상에 대해 설명할 수 있다.

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

문 22. 다음은 동서방향 준지균 운동방정식이다. 이에 대한 설명으로 옳은 것은?

$$\frac{D_g u_g}{Dt} - f_0 v_a - \beta y v_g = 0$$

- ㄱ. 해당 방정식에서 이류는 지균풍에 의한 이류만 고려한다.
- ㄴ. $f_0 v_a$ 는 비지균풍에 작용하는 전향력으로 고정된 위치에서 관측한 동서방향 지균풍의 시간변화를 유도한다.
- ㄷ. 종관규모 운동에서 $\beta y v_a$ 는 다른 항들에 비해 상대적으로 크기가 작아 무시되었다.

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

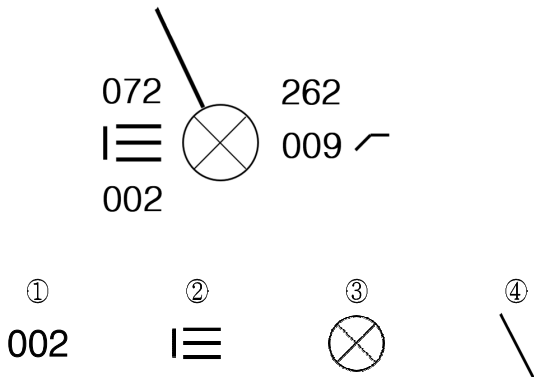
문 4. 우리나라에 우박이 관측되기 좋은 대기조건을 설명한 것으로 가장 옳지 않은 것은?

- ① LFC가 1km 부근으로 낮은 고도 값을 보인다.
- ② 습구 빙결고도(WBZ)가 8km 이상으로 높은 고도 값을 보인다.
- ③ EL이 권계면 고도보다 높은 고도에 위치한다.
- ④ 500-400 hPa의 기온차가 10℃ 이상이다.

문 5. 우리나라에 영향을 주는 황사가 발원지에서 발원 및 이동하기 좋은 조건으로 가장 옳지 않은 것은?

- ① 500 hPa 고도에 강한 소용돌이도를 가진 기압골 발달
- ② 700 hPa 고도에 강한 상승기류
- ③ 발원지 850 hPa 고도의 기온이 0℃ 이상
- ④ 발원지 지상에 고기압 영향으로 인한 약한 바람

문 6. 가을철 어느 날 내륙의 관측소에서 입전된 관측전문에 현재 일기 코드가 47로 나타났고, 다음과 같이 기입되었다. 현재일기 상황을 고려할 때, 기입된 관측요소 중 가장 옳지 않은 것은? (단, 기온, 해면기압, 기압변화경향 및 변화량의 기입 값은 참값으로 가정한다.)



문 7. 일반적으로 지상에서 혼합비가 가장 작게 나타나는 기단은?

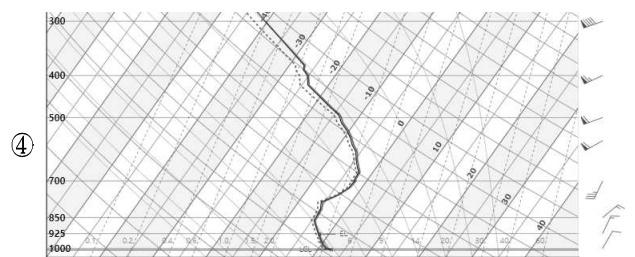
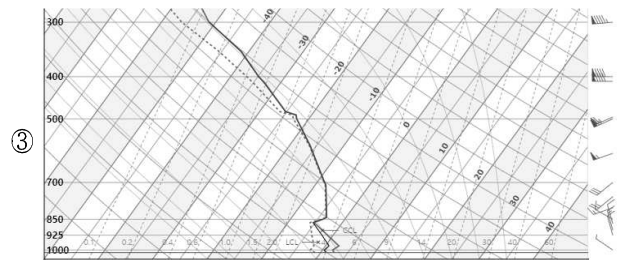
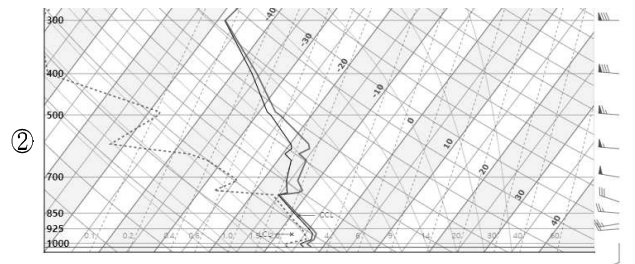
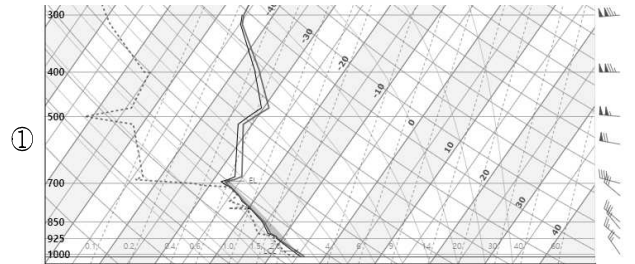
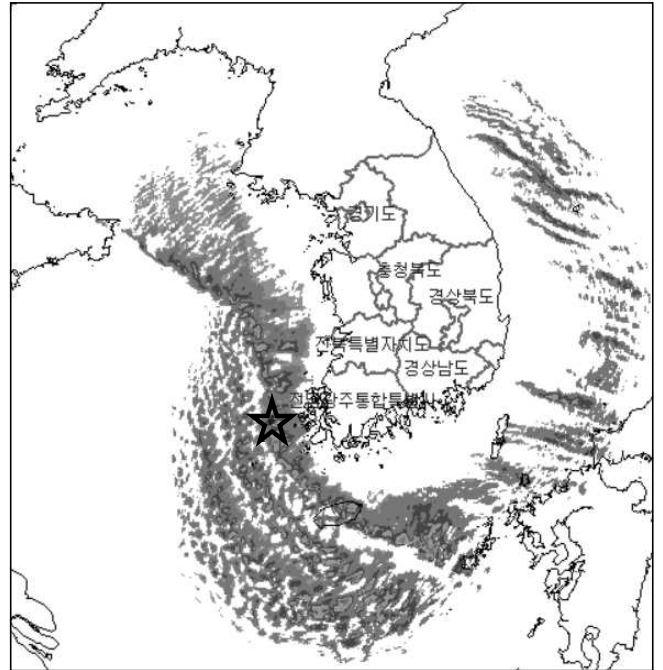
- ① mT ② mP ③ cT ④ cP

문 8. 단위 부피의 공기덩이 내에 (A)반경 0.5mm의 수적만 450개 존재하는 경우와 (B)반경 1.5mm의 수적만 50개 존재하는 경우를 동일한 거리에서 기상레이더로 관측할 때, 반사도 비율 (B반사도/A반사도)로 옳은 것은?

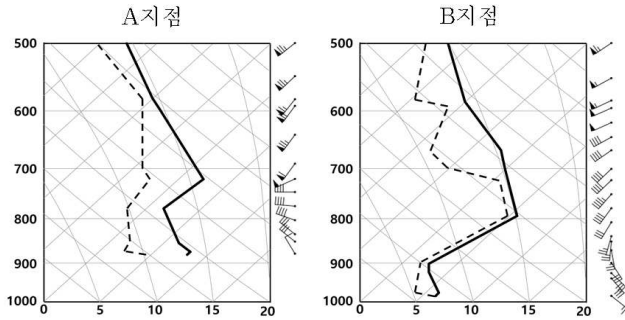
(단, 모든 수적은 구형이고, 공기덩이 내에 수적만 존재하며, 레이더에서 공기덩이까지 대기상태는 관측되는 반사도에 영향을 주지 않는다고 가정한다.)

- ① 1/3 ② 1 ③ 3 ④ 81

문 9. 다음 레이더 영상을 참고할 때 같은 시간에 관측된 흑산도 (☆표시) 단열선도(Skew T-Log P)는? (단, 단열선도에 묘화된 선은 왼쪽부터 이슬점온도, 습구온도, 기온을 의미한다.)



문 10. 다음은 북반구 중위도 어느 두 지점에서 관측한 단열선도 (Skew T-Log P)이다. 관측 지점의 고도가 높은 지점과 한랭 전선대가 위치한 지점을 각각 바르게 연결한 것은?



[고도 높은 지점]

[한랭전선대 지점]

- | | | |
|---|---|---|
| ① | A | A |
| ② | A | B |
| ③ | B | A |
| ④ | B | B |

문 11. 다음 특보 중 지역별 기준 값에 차이가 있는 것만을 모두 고르면?
(단, 2026년 8월 기상청에서 운영 중인 특보 기준을 따른다.)

- | | |
|-----------|------------|
| ㄱ. 열대야주의보 | ㄴ. 폭염주의보 |
| ㄷ. 풍랑주의보 | ㄹ. 폭풍해일주의보 |

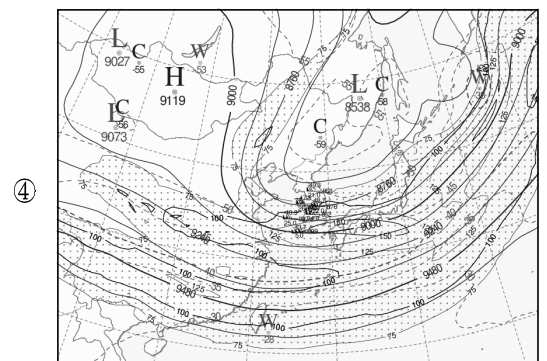
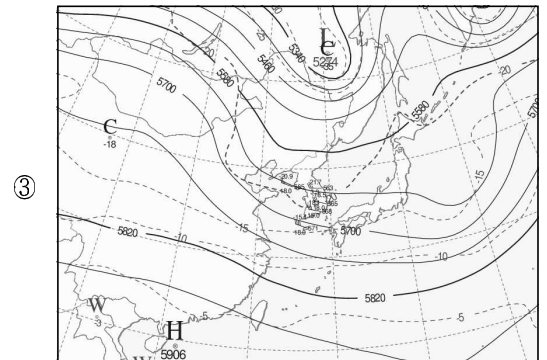
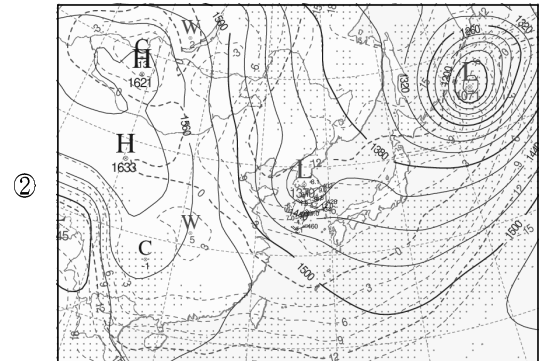
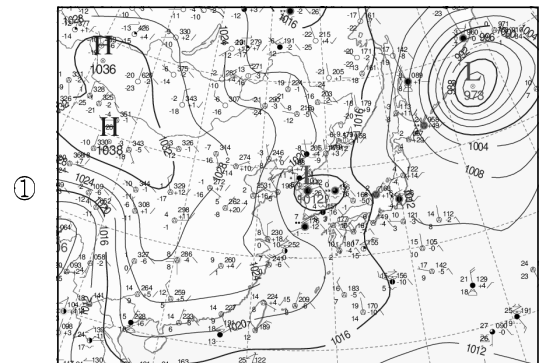
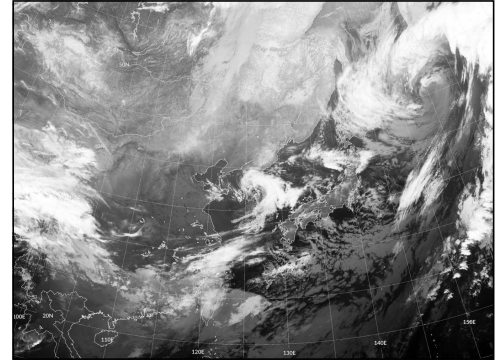
- | | |
|--------|--------|
| ① ㄱ, ㄴ | ② ㄱ, ㄹ |
| ③ ㄴ, ㄷ | ④ ㄷ, ㄹ |

문 12. 다음은 산지에 위치한 지점에서, 8일간 일별 강풍특보 발효 현황과 관측된 최대풍속 및 최대순간풍속을 나타낸 표이다. 이 지점에서의 8일간 강풍특보에 대한 탐지율(POD, Probability Of Detection)은? (단, 2026년 8월 기상청에서 운영 중인 특보 기준을 따르며, 발효된 특보는 해당일에 24시간 동안 유지된다고 가정하고, 경보가 발효된 날은 경보에 대해서만 평가한다.)

일자	강풍특보 발효현황	최대풍속 (m/s)	최대순간풍속 (m/s)
1일	-	7.1	12.5
2일	주의보	12.2	25.2
3일	경보	18.0	30.4
4일	경보	25.2	33.7
5일	경보	23.4	27.3
6일	-	17.9	23.1
7일	-	8.5	17.2
8일	주의보	14.6	25.8

- | | | | |
|-------|--------|--------|-------|
| ① 0.5 | ② 0.67 | ③ 0.75 | ④ 0.8 |
|-------|--------|--------|-------|

문 13. 다음은 서울에 대설이 나타났던 날의 적외영상이다. 이 시점의 일기도로 옳지 않은 것은?



문 14. 다음은 태풍 정보의 일부이다. 2026년 8월 기상청에서 운영 중인 강도 기준에 따라 ㉠~㉤에 들어갈 강도를 순서대로 바르게 나열한 것은?

일시	강도	최대풍속		중심기압 (hPa)
		초속 (m/s)	시속 (km/h)	
25일 09시 현재	㉠	45	162	945
25일 21시 예상	㉡	43	155	950
26일 09시 예상	㉢	40	144	955
26일 21시 예상	㉣	39	140	960
27일 09시 예상	㉤	37	133	965
28일 09시 예상	㉥	32	115	975

- ① 4, 4, 4, 3, 3, 3
- ② 3, 3, 3, 4, 4, 4
- ③ 2, 3, 3, 3, 3, 4
- ④ 4, 3, 3, 3, 3, 2

문 15. 2026년 8월 2일 경남 양산에서는 일 최고기온 42.5℃로 극값 1위를 경신했다. 이에 대한 예보관들의 원인 분석 내용 중 가장 옳지 않은 것은?

A 예보관: 북태평양고기압과 티베트고기압이 우리나라에 위치하고 있어 안정한 대기구조가 계속 유지되는 상황이었습니다.

B 예보관: 맑은 날씨가 계속 유지되면서 강한 일사로 인해 지표가 가열되어 기온이 상승하기 좋은 조건이 지속되었습니다.

C 예보관: 서-북서풍에 의해 지형효과가 더해지면서 양산 지역 기온을 높이는 데 기여했습니다.

D 예보관: 장마철 많은 강수에 의해 토양이 습윤해져 태양복사 에너지의 지면 흡수량이 커진 것이 지상 기온을 높이는 데 기여했습니다.

- ① A 예보관 ② B 예보관
- ③ C 예보관 ④ D 예보관

문 16. 다음은 ㄱ~ㄴ 지역의 3일간 일 최고기온/일 최고 체감온도 (단위: ℃)이다. D-day에 폭염중대경보 기준에 도달한 지역을 모두 고르면?

지역	D-2	D-1	D-day
ㄱ	35.8/35.9	36.8/36.2	39.1/38.0
ㄴ	37.5/36.1	37.8/36.1	39.2/36.9
ㄷ	33.7/34.7	33.2/34.9	36.7/38.0
ㄹ	35.5/35.9	36.7/37.6	37.1/38.0

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

문 17. 레이더 CMAX 영상에 대한 설명으로 가장 옳지 않은 것은?

- ① 볼륨관측 자료의 각 열(column)에서 가장 강한 에코를 평면상에 표출한 것이다.
- ② 서로 다른 고도에서 추출된 반사도 정보이므로 분석 시 주의가 필요하다.
- ③ 여러 대류셀 군집 중에서 연직으로 가장 높게 성장한 에코 분석이 가능하다.
- ④ 맑은때가 탐지될 경우 강수량 분석에 주의하여야 한다.

문 18. 다음 중 500hPa 고도의 기온을 사용하는 불안정 지수의 개수는?

ㄱ. LI(Lifted Index)	ㄴ. KI(K Index)
ㄷ. TT(Total Totals)	ㄹ. CT(Cross Totals)

- ① 1 ② 2 ③ 3 ④ 4

문 19. 다음은 기상청이 현재 운영하고 있는 전지구 한국형수치예보모델에 대한 설명이다. ㉠, ㉡에 들어갈 내용으로 바르게 연결한 것은?

기상청은 2025년 5월 14일부터 기존 (㉠)km 격자간격에서 한층 상세해진 (㉡)km 격자간격의 한국형수치예보모델(KIM, Korean Integrated Model)을 정식으로 운영하고 있다.

	㉠	㉡
①	12	8
②	12	10
③	16	10
④	16	8

문 20. 다음은 기상청에서 발송하는 재난성호우 긴급재난문자에 대한 설명이다. ㉠~㉤에 들어갈 숫자의 합으로 옳은 것은?

재난성호우 긴급재난문자는 1시간 누적강수량이 (㉠)mm가 관측되거나, 1시간 누적강수량 (㉡)mm와 15분 누적강수량 (㉢)mm가 동시에 관측되었을 때 40dB의 알람을 동반하여 발송되며, 기존 호우 긴급재난문자와 같이 휴대전화의 현재 위치를 기반으로 읍면동 단위로 발송된다.

- ① 195 ② 210
- ③ 212 ④ 225

문 21. 시정(visibility)이 좋고 뚜렷한 특이 기상(phenomenon)이 없으며, 구름은 존재하더라도 보고할 정도가 아닌 경우 항공기상전문에 기입하는 용어는?

- ① BCFG ② TSRA
- ③ CAVOK ④ SHRASN

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.

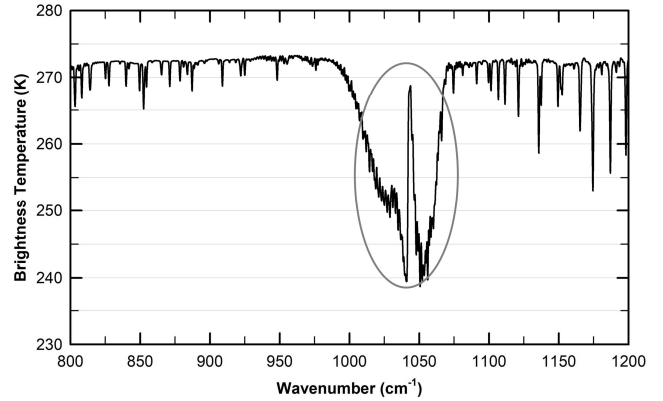
문 25. 다음은 2026년 8월 기상청 예보업무규정에 제시된 체감온도 산출식에 대한 설명이다. ㉠, ㉡에 들어갈 내용으로 바르게 연결한 것은?

(㉠)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.)

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

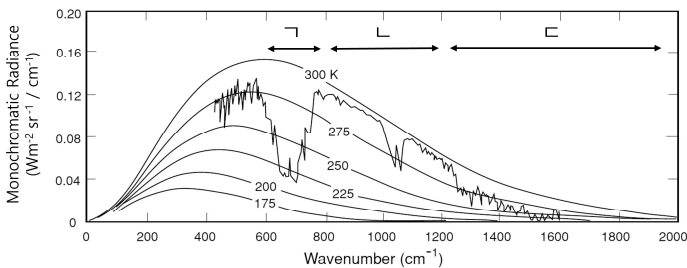
- ① 24 W m^{-2} ② 36 W m^{-2}
 ③ 48 W m^{-2} ④ 60 W m^{-2}

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 $-35 \sim -40^\circ\text{C}$

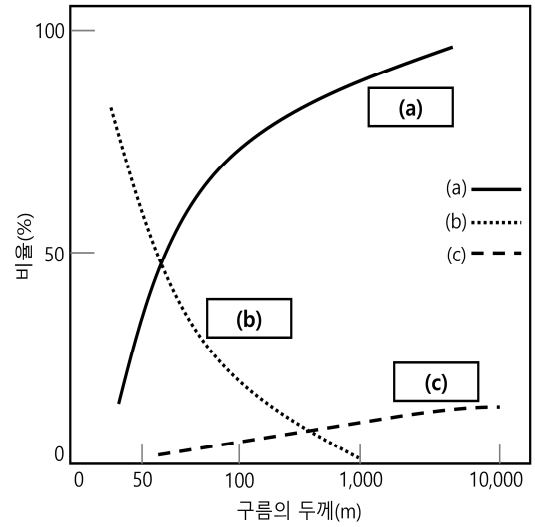
문 15. 어떤 지표면에서 에너지가 균형을 이루고 있을 때 다음과 같이 관측되었다. 이때 지표면에서 방출되는 잠열플럭스는?

(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

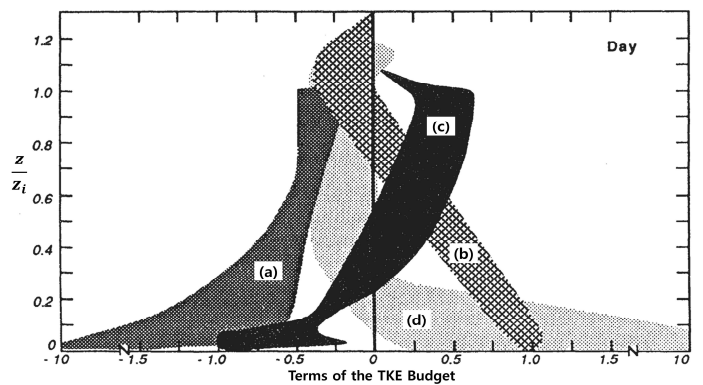
- ① 100 W m^{-2}
- ② 150 W m^{-2}
- ③ 250 W m^{-2}
- ④ 350 W m^{-2}

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 |

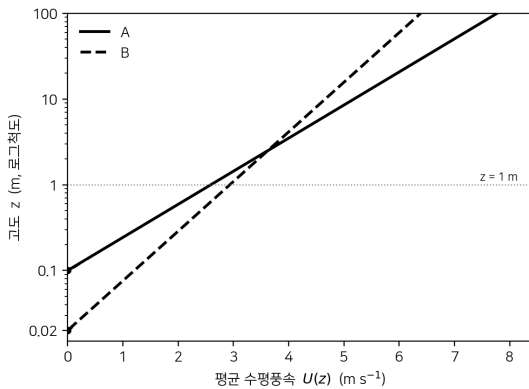
문 18. 지표 에너지수지(surface energy balance)에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

- 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