


기상직 7급 국가공무원 공개경쟁채용 제2차 시험

| 3과목 전공 |

응시번호
성명

문제책형
가

제1과목	제2과목	기상역학	제3과목	일기분석 및 예보법
제4과목	물리기상학			

 응시자 주의사항	<ol style="list-style-type: none"> 1. 시험시작 전 시험문제를 열람하는 행위나 시험종료 후 답안을 작성하는 행위를 한 사람은 「공무원임용시험령」 제51조에 의거 부정행위자로 처리됩니다. 2. 문제지는 단일책형(가형)이므로 답안지 책형은 별도로 표기하지 않습니다. 3. 답안은 문제책 표지의 과목 순서에 따라 답안지에 인쇄된 순서에 맞추어 표기해야 하며, 과목 순서를 바꾸어 표기한 경우에도 문제책 표지의 과목 순서대로 채점되므로 유의하시기 바랍니다. 4. 시험이 시작되면 문제를 주의 깊게 읽은 후, 문항의 취지에 가장 적합한 하나의 정답만을 고르며, 문제내용에 관한 질문은 할 수 없습니다. 5. 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) <ul style="list-style-type: none"> ■ 불량한 수정테이프의 사용과 불완전한 수정처리로 발생하는 모든 문제는 응시자 본인에게 책임이 있습니다. 6. 시험시간 관리의 책임은 응시자 본인에게 있습니다. <ul style="list-style-type: none"> ※ 문제책은 시험 종료 후 가지고 갈 수 있습니다.
	정답공개 및 이의제기 <ol style="list-style-type: none"> 1. 정답공개 일시: 정답 가안 9.25.(월) 11:00 / 최종 정답 10.5.(목) 18:00 2. 정답공개 방법: 기상청 홈페이지(www.kma.go.kr) → [알림·소식] → [채용] 3. 이의제기 기간: 9.25.(월) 11:00 ~ 9.26.(화) 18:00 4. 이의제기 방법: 「기상청 채용시스템」 내 「이의제기」 란에 신청 <p>※ 물리학개론 정답공개 및 이의신청은 인사혁신처 일정에 따릅니다.</p>

기상역학

문 1. 로스비수(Rossby number, R_o)에 대한 설명으로 옳은 것만을 모두 고르면?

- ㄱ. R_o 가 0.1일 때 지균폭사를 만족한다.
 ㄴ. 수평속도규모와 길이규모가 일정할 때, R_o 는 고위도로 갈수록 작아진다.
 ㄷ. R_o 는 코리올리 힘에 대한 관성력의 크기비와 같다.

- ① ㄱ, ㄴ ② ㄴ, ㄷ
 ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄱ, ㄴ, ㄷ

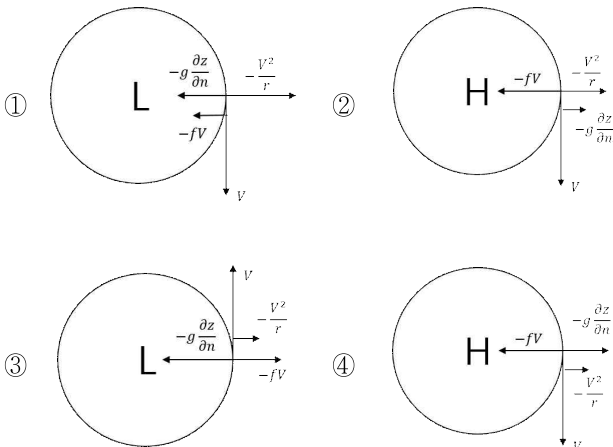
문 2. 다음은 안정 성층 대기에서 건조한 공기 덩이의 단열 연직 운동을 지배하는 방정식이다. 연직 변위가 주어진 공기 덩이의 연직 운동에 대한 설명 중 옳은 것만을 모두 고르면? (단, δz 는 공기 덩이의 연직 변위, ρ 와 p 는 각각 공기 덩이의 밀도와 기압, g 는 중력가속도이다.)

$$\frac{D^2}{Dt^2}(\delta z) = -\frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial z} - g$$

- ㄱ. 공기 덩이의 밀도가 주변 공기보다 작으면 공기 덩이는 상승한다.
 ㄴ. 높이에 따른 온위의 증가율이 커질수록 공기 덩이의 상하 진동은 빨라진다.
 ㄷ. 공기 덩이와 주변 공기의 온도차가 클수록 공기 덩이의 상하 진동은 빨라진다.

- ① ㄱ, ㄴ ② ㄴ, ㄷ
 ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄱ, ㄴ, ㄷ

문 3. 북반구에서의 비기압적(antibaric)인 경도류를 나타낸 것은?



문 4. 북반구 위도 45도에서 로켓이 $4000\sqrt{2} \text{ m s}^{-1}$ 의 일정한 속력으로 동쪽을 향해 1000 km만큼 날아갔을 때, 전향력에 의해 편향된 수평 거리와 방향으로 가장 옳은 것은? (단, 지구자전각속도 $\Omega = 7.2 \times 10^{-5} \text{ s}^{-1}$ 이고, 코리올리 매개변수의 변화와 곡률효과 및 연직운동은 무시한다.)

- ① 9 km, 남쪽 ② 9 km, 북쪽
 ③ 18 km, 남쪽 ④ 18 km, 북쪽

문 5. 다음은 건조공기에 대한 측고(thickness) 공식이다. 이에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

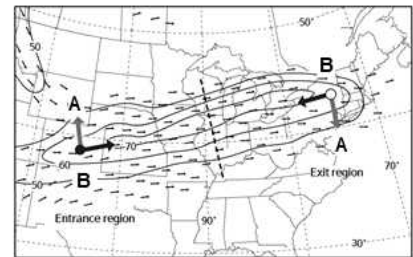
$$Z_T \equiv Z_2 - Z_1 = \frac{R}{g_0} \int_{p_2}^{p_1} T d \ln p$$

- ① 정적대기와 이상기체를 가정하여 만든 식이다.
 ② 측고가 크다는 것은 두 기층 간의 평균 기온이 높다는 것이다.
 ③ 지오폤텔셜 고도가 증가함에 따라 기압은 지수적으로 감소한다.
 ④ 등온대기를 가정하면 측고는 규모고도(scale height)에 반비례한다.

문 6. 온도풍에 대한 설명으로 옳은 것은?

- ① 온도풍은 수평 온도경도에 반비례한다.
 ② 수평 온도경도가 일정한 경우 온도풍은 고위도로 갈수록 강해진다.
 ③ 온도풍은 주어진 층에서 상부와 하부 지오폤텔셜 차이의 수평 경도에 비례한다.
 ④ 남반구에서 온도풍은 찬 공기를 왼쪽에 두고 분다.

문 7. 다음은 겨울철 북미지역 300 hPa 상층제트 부근에서의 등풍속선 (단위: KT) 분포를 나타낸 그림이다. 이에 대한 설명으로 옳은 것만을 모두 고르면?



- ㄱ. 비지균폭풍은 붉은 검은색 화살표 방향으로, 지균폭풍은 붉은 회색 화살표 방향으로 분다.
 ㄴ. A 지역에는 상층 수렴, B 지역에는 상층 발산이 존재한다.
 ㄷ. 제트 입구 지역에는 간접순환, 제트 출구 지역에는 직접 순환이 형성된다.

- ① ㄴ ② ㄷ
 ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ

문 8. 북반구 중위도에서의 자유 순압 로스비파에 대한 설명으로 옳은 것은?

- ① 로스비파가 평균류에 대해 동쪽으로 전파되는 원인은 베타 효과 때문이다.
- ② 로스비파의 파장이 클수록 평균류에 대해 서쪽으로 이동하려는 경향이 커진다.
- ③ 기압골(trough) 서쪽에서는 북풍을 따라 코리올리 매개변수가 커진다.
- ④ 기압마루(ridge) 서쪽에서는 남풍을 따라 상대 소용돌이도가 증가한다.

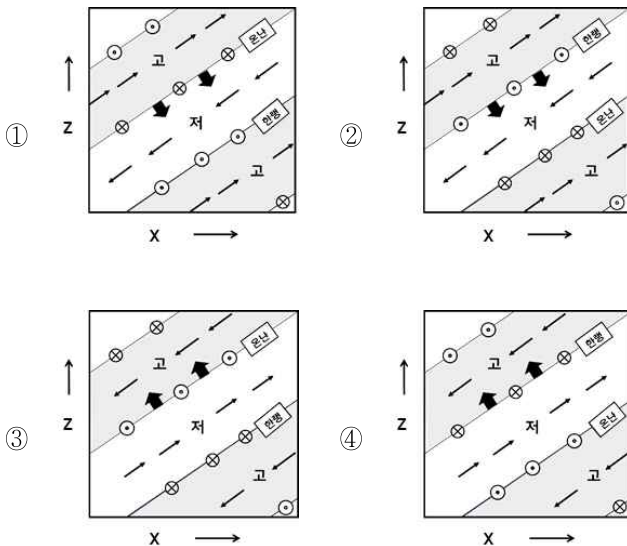
문 9. 다음은 구면 좌표계에서의 동서방향 운동방정식이다. 각 항을 규모분석 했을 때, (가)~(다)의 크기가 큰 순서대로 바르게 나열된 것은? (단, 중위도 중관규모 대기운동에서 전형적인 수평속도규모는 10ms^{-1} , 연직속도규모는 1cms^{-1} , 길이규모는 10^6m , 수평기압변화규모는 $10^3\text{m}^2\text{s}^{-2}$ 이고, Ω , ϕ , a , F_{rx} 는 각각 지구자전각속도, 위도, 지구반지름, 동서방향 점성력이다.)

$$\frac{Du}{Dt} - 2\Omega v \sin\phi + 2\Omega w \cos\phi + \frac{uw}{a} - \frac{uv \tan\phi}{a} = -\frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial x} + F_{rx}$$

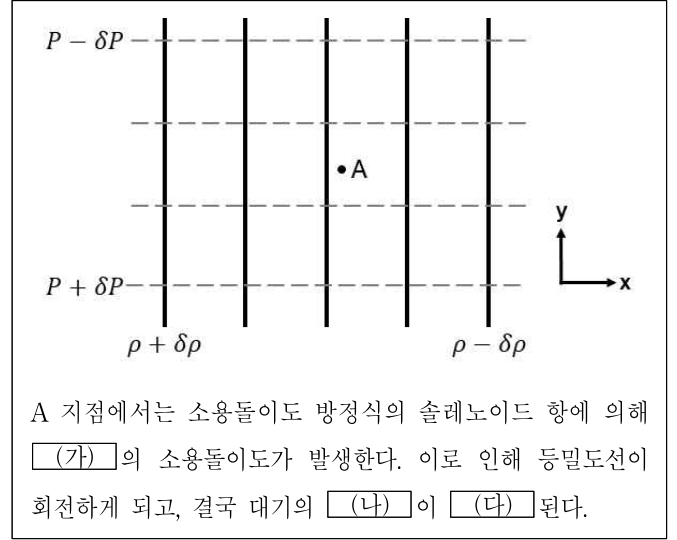
(가) 10^{-3} (나) 10^{-8} 10^{-5} (다) 10^{-12}

- ① (가)-(나)-(다) ② (나)-(가)-(다)
- ③ (다)-(가)-(나) ④ (다)-(나)-(가)

문 10. 북반구에서 연직상방으로 전파되는 관성중력파의 속도, 기압, 온도 섭동 사이 관계를 $x-z$ 단면으로 올바르게 표현한 것은? (단, 연직파수 $m < 0$, 진동수 $\nu > 0$ 이고, 가는 화살표는 동서-연직 섭동 바람, 굵은 화살표는 위상속도, ⊗는 북향 섭동 바람, ⊙는 남향 섭동 바람을 각각 의미한다.)

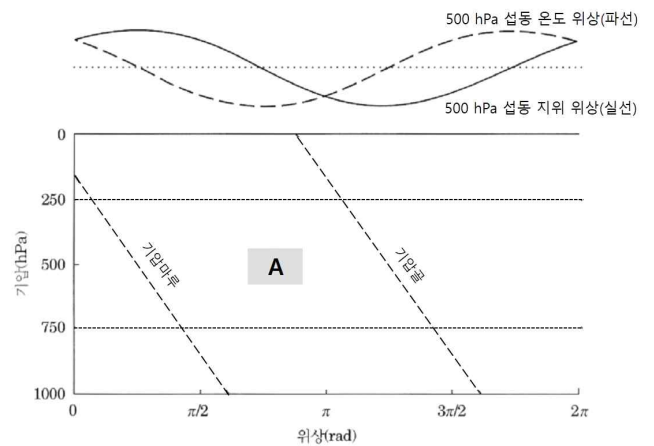


문 11. 다음과 같은 기압(P)과 밀도(ρ)의 조건에서 (가)~(다)에 들어갈 말을 바르게 연결한 것은? (단, 바람은 지균풍이라고 가정한다.)



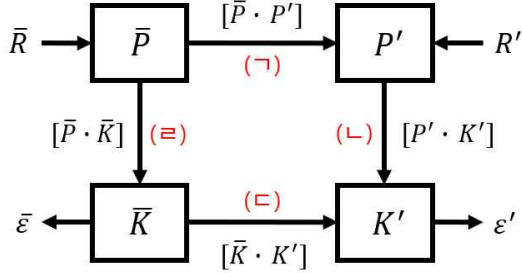
- | | (가) | (나) | (다) |
|---|-----|-----|-----|
| ① | 양 | 순압성 | 강화 |
| ② | 음 | 순압성 | 약화 |
| ③ | 음 | 경압성 | 강화 |
| ④ | 양 | 경압성 | 약화 |

문 12. 다음은 중위도 경압불안정과 관련된 준지균 이층 모형에 의한 경압파의 섭동 구조를 나타낸 것이다. A 지역에 대한 설명으로 옳지 않은 것은? (단, 북반구를 가정한다.)



- ① 하강기류가 발생한다.
- ② Q 벡터의 발산이 나타난다.
- ③ 500 hPa에서 섭동 연직 바람장과 섭동 지위장의 위상차는 4분의 1 파장만큼이다.
- ④ 섭동 남북 바람 v' 과 평균기온의 남북방향경도 $\frac{\delta \bar{T}}{\delta y}$ 에 대해 $v' \frac{\delta \bar{T}}{\delta y}$ 는 음수이다.

문 13. 다음은 오일러(Euler) 평균 관점에서 묘사된 로렌츠(Lorenz) 에너지 순환의 모식도이다. (ㄱ)~(ㄴ) 과정에 대한 설명으로 옳은 것은? (단, P 는 가용위치에너지(APE), K 는 운동에너지(KE), R 는 비단열적 에너지 생성, ε 은 운동에너지 소산을 의미하며 각 기호의 상단바(̄)는 동서방향으로의 평균, 프라임(')은 동서방향 에디, $[A \cdot B]$ 는 A 에서 B 로의 에너지의 변환을 의미한다.)



- ① (ㄱ) : 저위도에서 생성된 각운동량이 중위도 지역으로 수송된다.
- ② (ㄴ) : 에디 내에서의 남북 운동을 통하여 에디 APE가 에디 KE로 전환된다.
- ③ (ㄷ) : 중위도 날씨 시스템에서 발생한 에디가 평균류를 강화시킨다.
- ④ (ㄹ) : 적도 지역에서의 평균 해들리 순환을 유지하는 역할을 한다.

문 14. 다음은 준지귤 운동량 방정식이다. 이에 대한 설명으로 옳은 것만을 모두 고르면?

$$\frac{D_g \vec{V}_g}{Dt} = -f_0 \vec{k} \times \vec{V}_a - \beta y \vec{k} \times \vec{V}_g$$

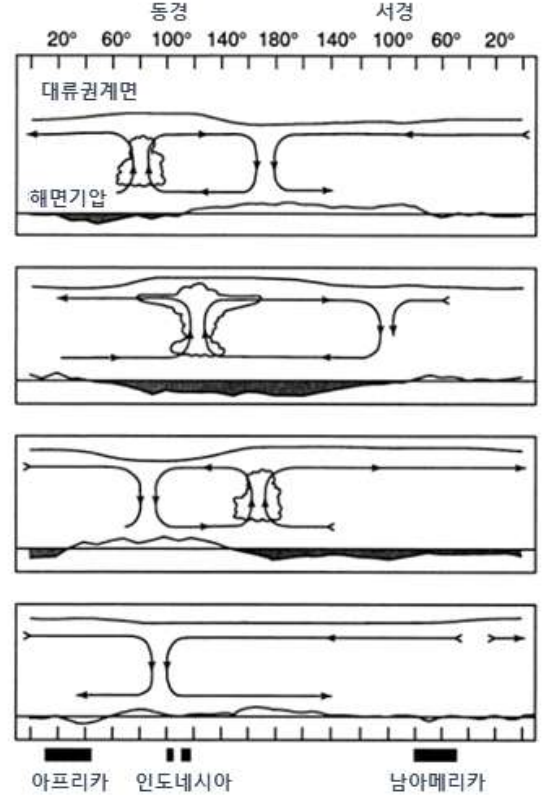
- ㄱ. 원시방정식계의 운동량 방정식에 중위도 베타평면 근사를 적용하여 유도되었다.
- ㄴ. 원시방정식계의 수평방향 운동량 방정식에서 정역학 균형을 제거한 결과로 해석할 수 있다.
- ㄷ. 우변 첫 번째 항은 비지귤풍에 의한 코리올리 효과를 의미한다.
- ㄹ. 로스비수(R_o)에 대해, $|\frac{V_a}{V_g}| \sim O(R_o)$ 이다.

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

문 15. 대기경계층에서의 마찰수렴에 의하여 유도된 2차 순환에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

- ① 2차 순환의 깊이는 경압대기보다 순압대기에서 얕다.
- ② 2차 순환을 통해 경계층 내의 영향이 자유 대기로 전달되는 과정을 에크만 펌핑이라고 한다.
- ③ 회전류를 가진 회전 유체에서만 발생한다.
- ④ 안정적으로 성층화된 경압대기에서 2차 순환은 정적 안정도에 비례해서 높이에 따라 감소한다.

문 16. 다음은 열대 계절안진동인 매든-줄리안 진동(MJO)의 공간적인 전파 특성을 보여주는 경도-고도 단면도를 위에서부터 시간 순서대로 나열한 것이다. 이에 대한 설명으로 옳지 않은 것은? (단, 각 그림은 약 10일 간격이며, 화살표는 동서순환을, 음영은 해면기압의 편차가 0보다 작음을 의미한다.)

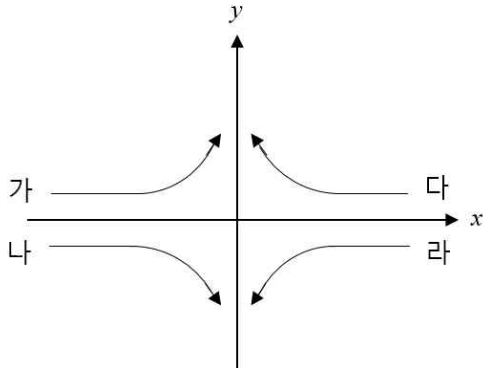


- ① 30~60일 주기를 가지며 인도양에서부터 서태평양까지 약 15 ms^{-1} 의 속도로 동진한다.
- ② 대류가 강하게 발달한 지역에서는 해면기압의 음의 편차가 나타나며, 대류권계면 고도도 증가한다.
- ③ 대류가 발달한 지역의 동쪽 방향에는 대류권 하층의 동풍과 대류권 상층의 서풍이 존재하는데, 이는 적도 켈빈파와 관련이 있다.
- ④ 대류가 발달하는 지역을 중심으로 대류권 하층의 바람은 수렴하고, 대류권 상층의 바람은 발산한다.

문 17. 순압 대기에서 반경 200 km인 원형의 공기 덩이가 처음에는 운동이 없이 적도에 있다고 가정하자. 이 공기 덩이가 면적을 일정하게 유지하면서 등압면을 따라 북위 30도 지역으로 이동하였을 때, 원돌레에 대한 순환의 평균접선속도의 크기와 방향을 바르게 연결한 것은? (단, 지구자전각속도 $\Omega = 7 \times 10^{-5} \text{ s}^{-1}$ 라고 가정한다.)

- ① 7 ms^{-1} , 저기압성 순환
- ② 7 ms^{-1} , 고기압성 순환
- ③ 14 ms^{-1} , 저기압성 순환
- ④ 14 ms^{-1} , 고기압성 순환

문 18. 북반구에서 순압 대기를 가정하였을 때, 공기 덩이의 절대 소용돌이도가 보존되는 수평 궤적만을 모두 고르면? (단, x 는 동서방향, y 는 남북방향을 의미한다.)



- ① 가, 나 ② 다, 라
③ 가, 라 ④ 나, 다

문 19. 다음은 순수 관성진동(pure inertial oscillation)에 대한 운동 방정식이다. 이에 대한 설명으로 옳은 것만을 모두 고르면? (단, $v, \delta y, u_g, f$ 는 각각 남북방향 바람, 남북변위, 동서방향 지구관풍, 코리올리 매개변수를 의미한다.)

$$\frac{Dv}{Dt} = -f\left(f - \frac{\partial u_g}{\partial y}\right)\delta y$$

- ㄱ. $\frac{\partial u_g}{\partial y} = 0$ 인 경우, 북반구와 남반구 모두에서 파는 진동한다.
ㄴ. 북반구에서 $\frac{\partial u_g}{\partial y} > 0$ 인 경우, 파는 진동한다.
ㄷ. 남반구에서 $\frac{\partial u_g}{\partial y} > 0$ 인 경우, 파는 진동한다.

- ① ㄱ, ㄴ ② ㄱ, ㄷ
③ ㄴ, ㄷ ④ ㄱ, ㄴ, ㄷ

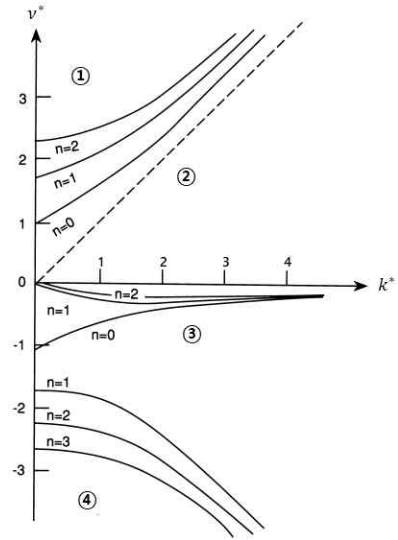
문 20. 파동별 분산 관계식이 옳은 것만을 모두 고르면?

파동	분산 관계식
ㄱ. 음파	$\nu = k(\bar{u} \pm \sqrt{\gamma R T})$
ㄴ. 내부중력파	$\nu = \bar{u}k \pm \frac{Nk}{\sqrt{k^2 + m^2}}$
ㄷ. 로스비파	$\nu = \bar{u}k - \frac{\beta l}{k^2 + l^2}$

ν : 진동수 \bar{u} : 동서평균바람 R : 건조공기 기체상수 T : 평균기온
 k : 동서파수 l : 남북파수 m : 연직파수 N : 부력진동수
 γ : 비열비 β : 위도에 따른 코리올리 매개변수의 변화

- ① ㄱ ② ㄱ, ㄴ
③ ㄴ, ㄷ ④ ㄱ, ㄴ, ㄷ

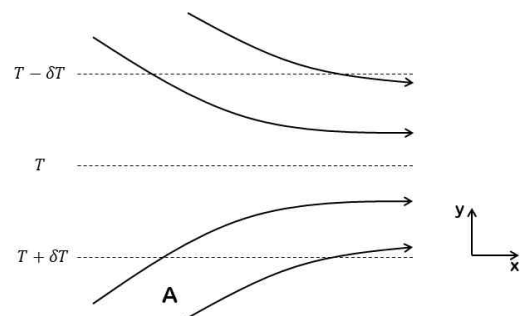
문 21. 다음은 자유 적도파에 대한 분산 선도이다. 각각의 영역에 해당하는 파동의 이름으로 옳지 않은 것은? (단, k^* 와 ν^* 는 각각 무차원화된 동서파수와 주파수, n 은 남북파수와 관련된 정수이다.)



- ① 동진 중력파(eastward gravity wave)
② 켈빈파(Kelvin wave)
③ 로스비파(Rossby wave)
④ 혼합 로스비-중력파(mixed Rossby-gravity wave)

문 22. 다음은 준지균 이론으로부터 정의되는 \vec{Q} 벡터를 표현한 식이다. 300 hPa에서의 유선과 등온도선이 그림과 같이 주어졌을 때, (가)~(다)에 들어갈 말을 바르게 연결한 것은?

$$\vec{Q} \equiv (Q_1, Q_2) = \left(-\frac{R}{p} \frac{\partial \bar{V}_g}{\partial x} \cdot \nabla T, -\frac{R}{p} \frac{\partial \bar{V}_g}{\partial y} \cdot \nabla T\right)$$



A 지점은 \vec{Q} 벡터가 (가) 하는 지역이고, 이로 인해 (나) 운동이 유도되며, 남북방향의 온도경도는 (다) 된다.

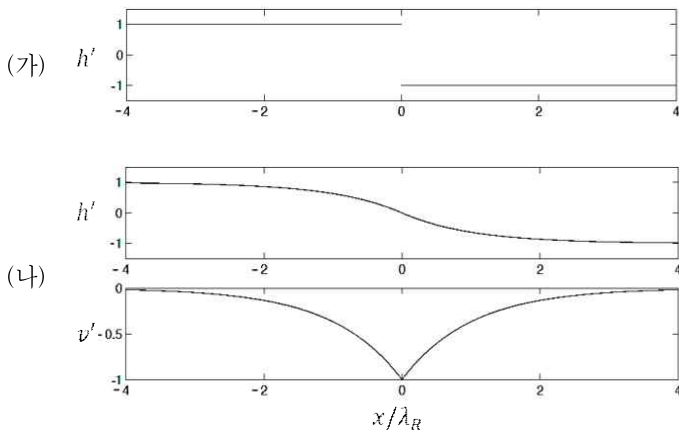
- | | | | |
|---|-----|-----|-----|
| | (가) | (나) | (다) |
| ① | 수렴 | 상승 | 약화 |
| ② | 발산 | 하강 | 약화 |
| ③ | 수렴 | 상승 | 강화 |
| ④ | 발산 | 하강 | 강화 |

문 23. 변형된 오일러 평균(TEM) 방정식에서 정의된 위도-고도 평면에서의 EP속(Eliassen-Palm flux)에 대한 설명으로 옳은 것만을 모두 고르면? (단, 준지균 베타평면을 가정한다.)

- ㄱ. 연직방향 EP속은 에디에 의한 남북방향의 열수송이 있음을 의미한다.
 ㄴ. 남북방향 EP속은 에디에 의한 동서방향 운동량의 남북방향 수송이 있음을 의미한다.
 ㄷ. 위치소용돌이도속은 EP속 벡터의 발산에 비례한다.

- ① ㄱ, ㄴ ② ㄱ, ㄷ
 ③ ㄴ, ㄷ ④ ㄱ, ㄴ, ㄷ

문 24. 다음은 회전계에서 (가)와 같이 초기에는 높이 섭동(h')만을 가진 유체가 최종적으로 (나)와 같은 높이 섭동(h')과 남북방향 속도 섭동(v')에 도달한 모습을 나타낸다. 이에 대한 설명으로 옳은 것만을 모두 고르면?



- ㄱ. 천수와 계에서의 지균 조절 과정에 의해 지균 평형상태에 도달하였다.
 ㄴ. 정상상태 해의 수평규모는 로스비 변형 반경(λ_R)이다.
 ㄷ. 지균 조절 과정 동안 단위길이당 방출된 위치에너지의 3분의 1만 운동에너지로 전환된다.

- ① ㄱ, ㄴ ② ㄱ, ㄷ
 ③ ㄴ, ㄷ ④ ㄱ, ㄴ, ㄷ

문 25. 준지균 이층 모형으로부터 동서방향으로 전파하는 경압파의 중립안정도 곡선은 다음과 같이 표현된다. 이에 대한 설명으로 옳은 것만을 모두 고르면?

$$\frac{\beta^2 \lambda^4}{k^4 (2\lambda^2 + k^2)} = U_T^2 (2\lambda^2 - k^2)$$

(단, $\lambda^2 \equiv f_0^2 / [\sigma(\delta p)^2]$ 이며, k 는 수평파수, U_T 는 온도풍, 코리올리 매개변수 $f \equiv f_0 + \beta y$, σ 는 등압좌표계에서의 정적안정도, δp 는 이층 모형에서 층간 기압 간격이다.)

- ㄱ. U_T 가 0이라면 순압파의 성질을 따른다.
 ㄴ. 다른 조건이 일정하다면, 베타효과가 커질수록 불안정파를 만들어 내기 위한 $|U_T|$ 의 최솟값은 작아진다.
 ㄷ. 불안정파를 만드는 U_T 의 최솟값은 $k^2/2\lambda^2$ 이 $1/\sqrt{2}$ 일 때 나타난다.

- ① ㄷ ② ㄱ, ㄴ
 ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄱ, ㄴ, ㄷ

일기분석 및 예보법

문 1. 기상청이 현재 운영하고 있는 전지구 한국형수치예보모델 (KIM, Korean Integrated Model)에 대한 설명으로 가장 옳지 않은 것은?

- ① 육면체구 격자 기반의 모델이다.
- ② 수평분해능은 약 12 km, 연직층수는 91층이다.
- ③ 정역학(hydrostatic) 방정식계를 사용한다.
- ④ 3차 Runge-Kutta 시간분할적분을 사용한다.

문 2. 항공예보와 항공특보에 대한 설명으로 옳은 것은?

- ① 공항예보는 지정된 공항기상관서에서 하루 4회 6시간 간격으로 발표하며, 유효시간은 발표시각 1시간 이후부터 24시간으로 한다.
- ② 이륙예보는 지정된 공항기상관서에서 매시간 발표하며, 유효시간은 발표시각으로부터 6시간으로 한다.
- ③ 착륙예보는 지정된 공항기상관서에서 항공기상관측 전문과 함께 발표하며, 유효시간은 발표시각으로부터 3시간으로 한다.
- ④ 저고도위험기상정보의 유효시간은 4시간을 초과하지 않아야 한다.

문 3. 강원도 5개 AWS 지점에서 관측된 풍속이 아래의 표와 같을 때, 강풍주의보 발표기준을 만족하는 특보구역을 모두 고르면?

(단위: m/s)

특보 구역	AWS 지점 (고도)	시간	10시	11시	12시	13시	14시	15시	16시
		바람							
강원 북부 산지	미시령 (772m)	풍속	13.6	17.0	17.8	16.9	17.0	16.0	16.6
		순간 풍속	22.0	25.9	26.0	27.8	28.7	26.3	26.4
강원 중부 산지	대관령 (772m)	풍속	11.2	10.3	9.6	10.3	11.3	9.1	9.6
		순간 풍속	20.0	20.2	19.6	20.1	20.7	21.1	19.1
강원 남부 산지	사북 (822m)	풍속	9.6	5.8	4.0	5.8	5.1	6.5	4.5
		순간 풍속	16.4	13.1	12.5	11.2	12.4	11.7	9.2
고성 평지	간성 (6m)	풍속	8.3	9.2	7.7	8.9	8.5	5.7	3.8
		순간 풍속	20.8	24.5	22.8	22.5	18.1	18.2	14.4
삼척 평지	삼척 (57m)	풍속	7.1	6.8	7.9	7.0	7.8	7.6	5.5
		순간 풍속	17.2	19.7	19.7	20.6	21.8	23.6	23.7

- ① 강원북부산지, 고성평지, 삼척평지
- ② 강원북부산지, 강원중부산지, 고성평지
- ③ 강원중부산지, 고성평지, 삼척평지
- ④ 강원북부산지, 강원중부산지, 강원남부산지

문 4. 공항정보 발표기준으로 옳은 것만을 모두 고르면?

- ㄱ. 해당 공항에 천둥번개가 발생 또는 예상될 때
- ㄴ. 24시간 동안 내려 쌓인 눈의 양이 3cm 이상 관측되거나 또는 예상될 때
- ㄷ. 10분간 평균풍속이 25KT 이상 또는 최대순간풍속이 35KT 이상인 현상이 발생 또는 예상될 때
- ㄹ. 다음 각 호의 기준 중 어느 하나의 기준에 도달하거나 도달 할 것으로 예상될 때
 - 1. 1시간 누적강우량 30mm 이상
 - 2. 3시간 누적강우량 50mm 이상

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

문 5. 황사의 감시와 예측에 대한 일반적인 설명으로 옳은 것만을 모두 고르면?

- ㄱ. 황사 발원지의 눈 덮임(snow cover) 유무를 확인한다.
- ㄴ. 중층대기(500hPa)에서 발달한 기압골이나 절리저기압이 황사입자의 부양과 이동에 중요한 역할을 하므로 이를 확인한다.
- ㄷ. 500hPa 최대 저기압성 소용돌이도 지역의 이동 방향은 황사의 이동 방향과 거의 일치하는 경향이 있다.
- ㄹ. 850hPa 24시간 기온변화도에서 기온 하강 구역의 중심은 하강류가 강하기 때문에 농도가 짙은 황사가 나타날 가능성이 있다.

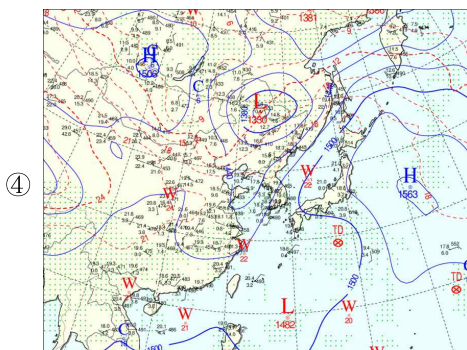
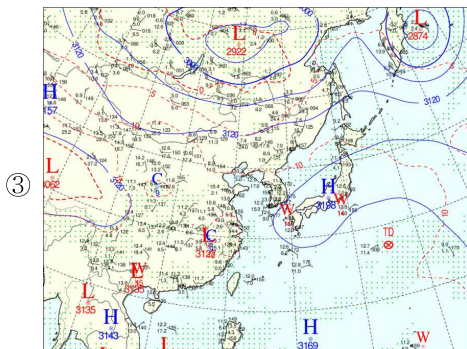
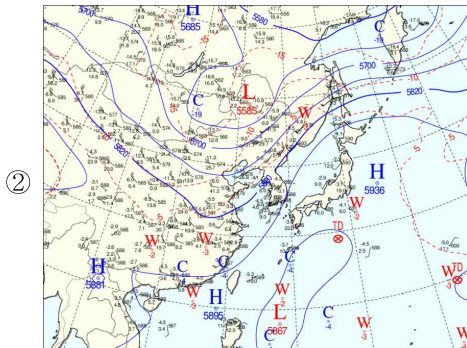
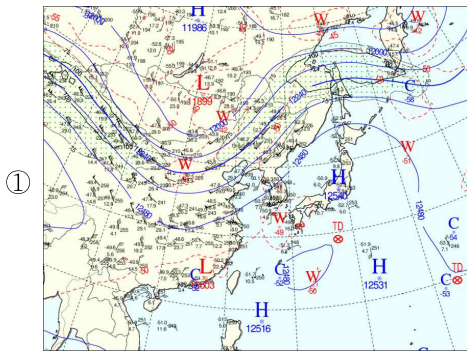
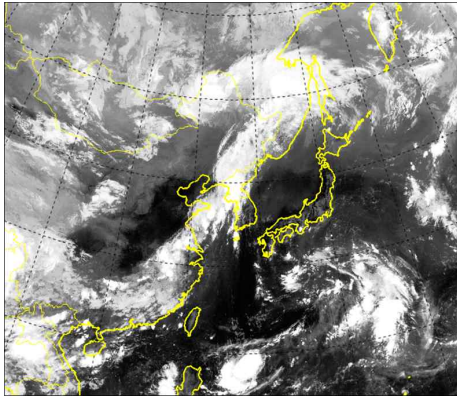
- ① ㄱ, ㄴ
- ② ㄱ, ㄷ, ㄹ
- ③ ㄴ, ㄷ, ㄹ
- ④ ㄱ, ㄴ, ㄷ, ㄹ

문 6. 기상청에서 발표하는 영향예보에 대한 설명으로 옳은 것만을 모두 고르면?

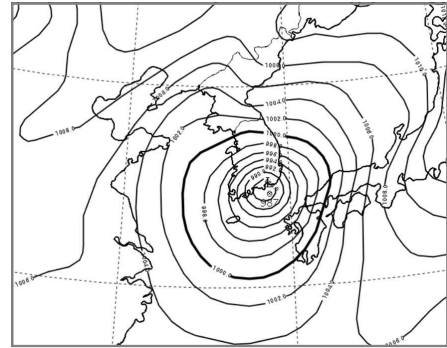
- ㄱ. 영향예보는 기상 현상의 위험수준을 관심, 주의, 경계, 심각 4단계로 분류한다.
- ㄴ. 영향예보는 해당 지역의 취약성·노출을 고려하여, 지역적으로 차별화된 사회·경제적 영향과 이를 예방하기 위한 대응 요령까지 제공하는 예보이다.
- ㄷ. 현재 제공 중인 영향예보의 종류에는 폭염, 한파, 미세먼지 영향예보가 있다.
- ㄹ. 보건, 산업, 농업, 축산업 등의 분야별 상세 대응요령을 제공한다.

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

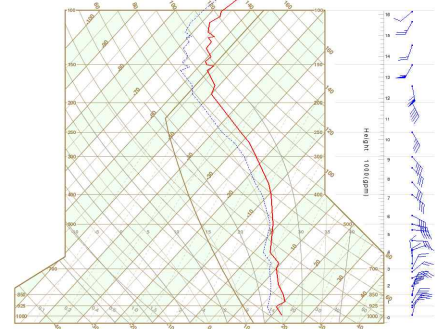
문 7. 다음은 2023년 8월 22일 00 UTC에 관측된 적외영상이다.
같은 날의 일기도로 가장 적합하지 않은 것은?



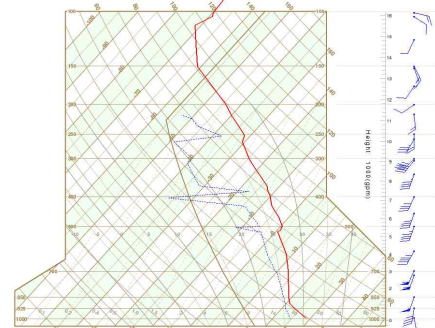
문 8. 다음은 2023년 8월 10일 00 UTC 일기도이다. 이날 같은 시각에
관측된 단열선도로 가장 적합하지 않은 것은?



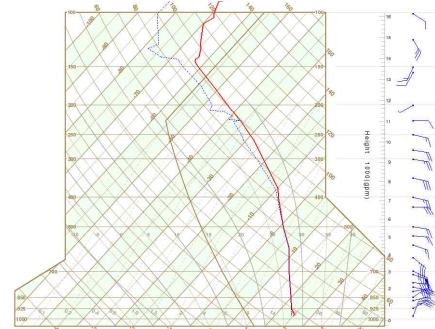
① 오산(47122)



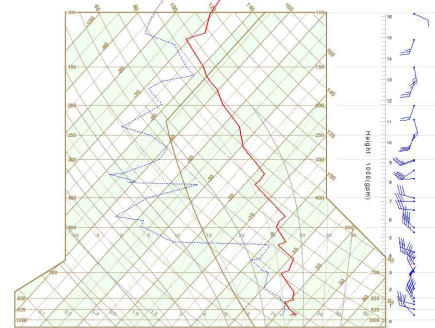
② 포항(47138)



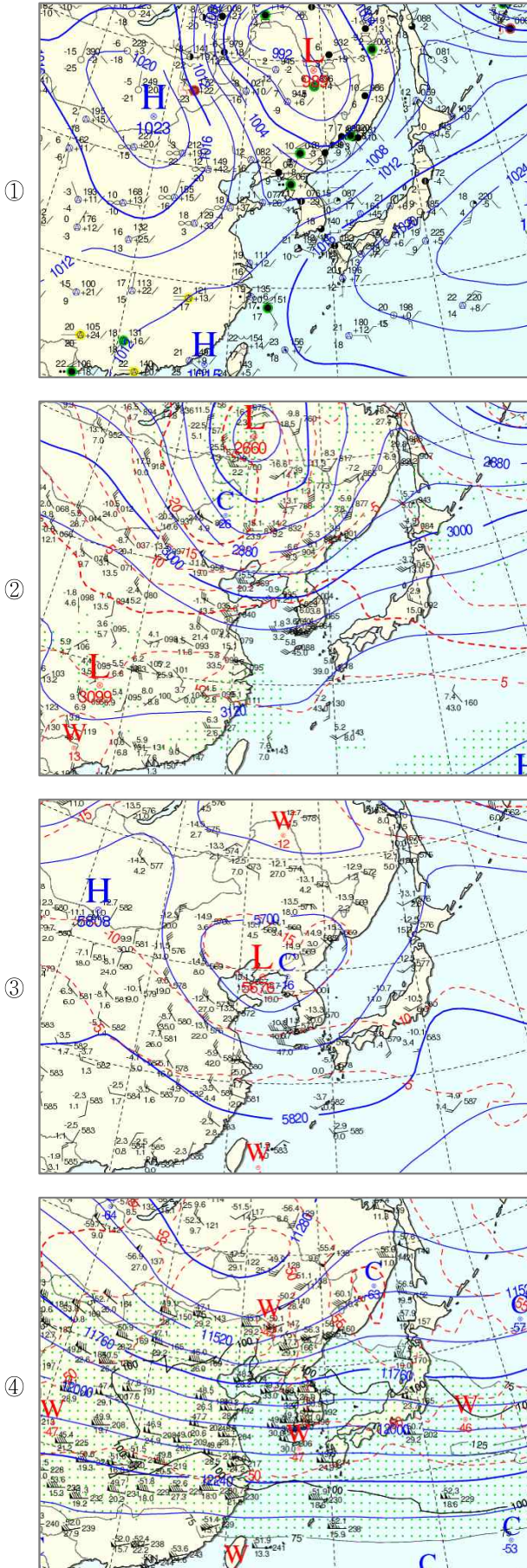
③ 창원(47155)



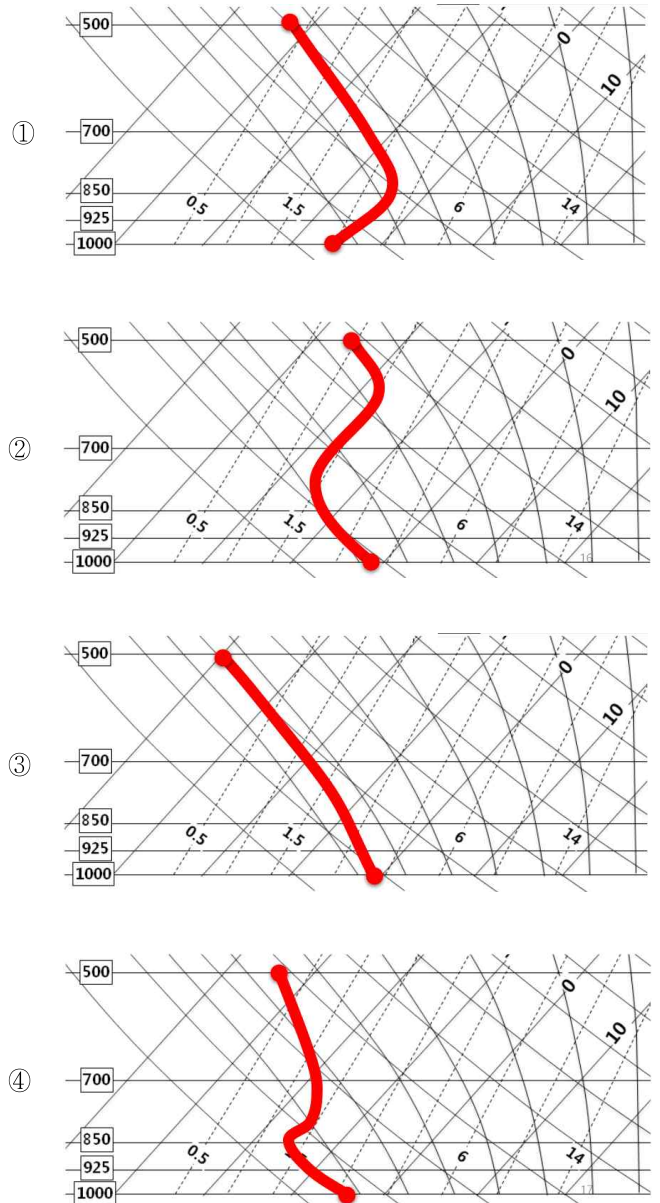
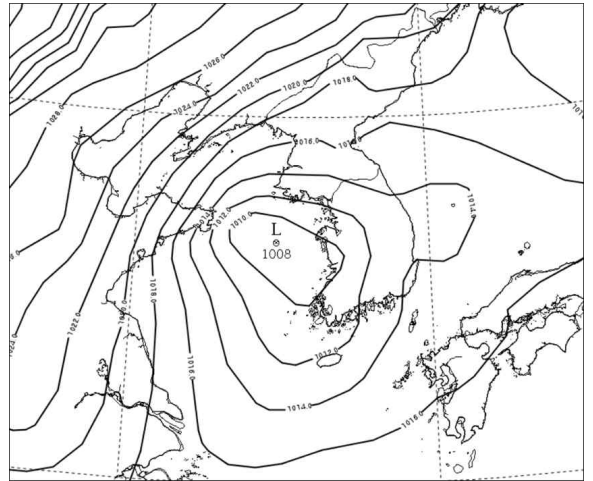
④ 제주 국가태풍센터(47186)



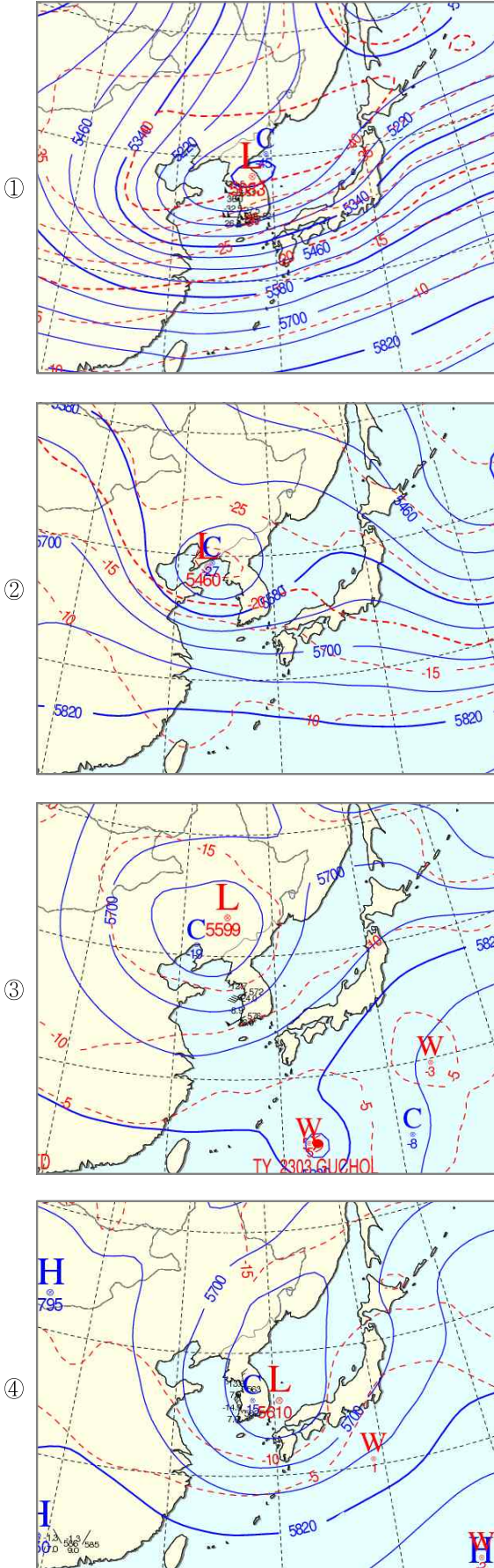
문 9. 2023년 4월 11일은 건조한 대기와 강한 바람에 의해 강릉에 산불이 발생했던 날이다. 이날의 일기도로 가장 적합하지 않은 것은?



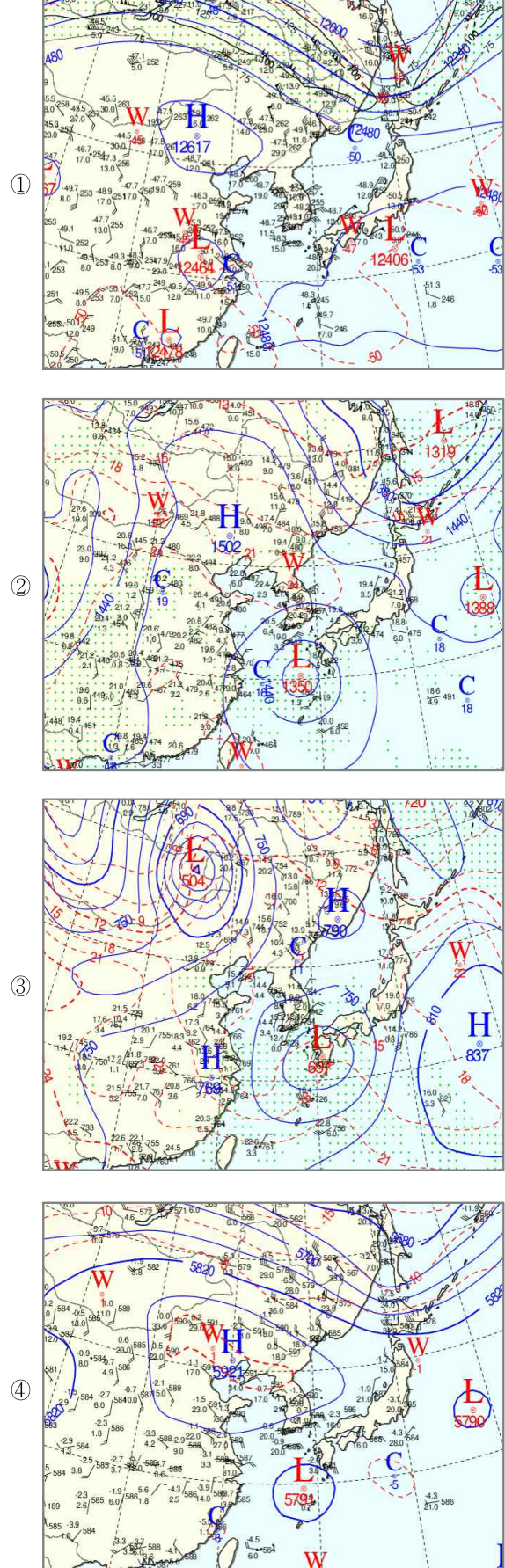
문 10. 다음은 서울에 많은 눈이 내린 2010년 1월 4일 00 UTC 지상 일기도이다. 이날 같은 시각 오산(47122)지점에서 관측된 단열선도의 연직기온구조로 가장 알맞은 것은?



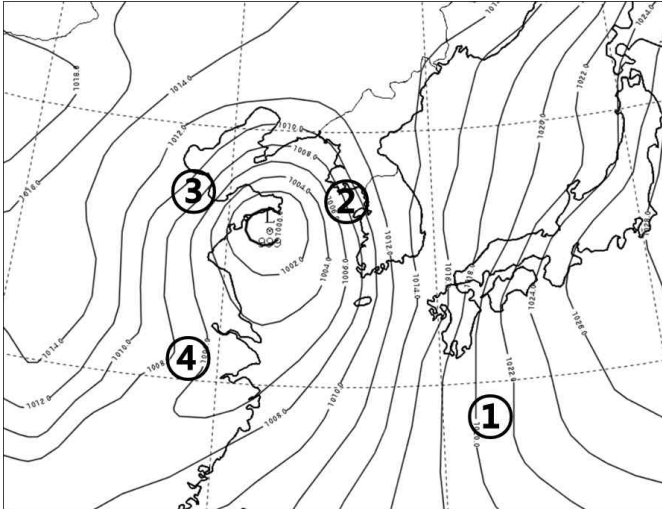
문 11. 다음 500 hPa 일기도 중 우리나라에서 우박이 발생하기 가장 어려운 것은?



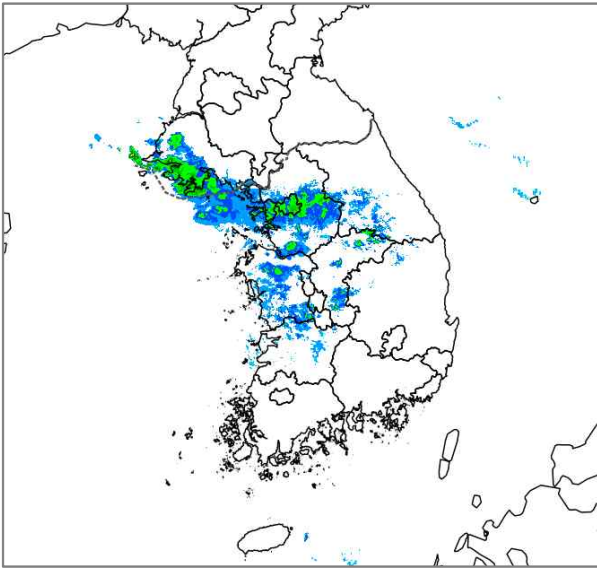
문 12. 우리나라 중부지방에 극심한 폭염이 발생한 2018년 8월 1일 00UTC 일기도로 가장 적합하지 않은 것은?



문 13. 다음은 2022년 3월 25일 12 UTC 지상일기도이다. 이를 참고하여 지상~3km의 SRH(Storm Relative Helicity) 값이 가장 크게 나타나는 곳을 고르면?



문 14. 다음은 겨울철 수도권에 발생하는 강수유형의 레이더영상이다. 이 유형에 대한 일반적인 설명으로 옳은 것만을 모두 고르면?



- ㄱ. 서해상으로부터 925 hPa 서풍기류가 강화될 때 눈 구름 발달에 유리하다.
 ㄴ. 서해상에 해수면온도가 높아지는 2월에 주로 발생한다.
 ㄷ. 백령도 북서쪽에 중규모 기압골이 발달할 경우 눈 구름을 더욱 발달시킬 수 있다.
 ㄹ. 오후보다는 아침 시간이 눈 구름 발달에 유리하다.

- ① ㄱ, ㄴ ② ㄴ, ㄷ
 ③ ㄴ, ㄹ ④ ㄱ, ㄷ, ㄹ

문 15. 기상청 예보업무규정에 명시된 중기예보에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

- ① 발표일부터 3일째 되는 날부터 5일째 되는 날까지는 오전과 오후로 구분하여 예보하고, 발표일부터 6일째 되는 날부터 11일째 되는 날까지는 일 단위로 예보한다.
 ② 예보관서의 장은 관할구역에 대하여 06, 18시에 중기예보를 발표하며, 기상상황에 따라 수정 발표할 수 있다.
 ③ 해상예보요소는 하늘상태, 강수형태, 유의파고 및 그 밖에 필요한 사항으로 한다.
 ④ 육상예보요소는 하늘상태, 강수형태, 최고기온, 최저기온, 강수확률 정보 및 그 밖에 필요한 사항으로 한다.

문 16. 기상청에서는 2023년 5월 15일부터 체감온도 기반의 폭염 특보를 정식 운영하였다. 이에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

- ① 기온과 습도를 고려한 여름형 체감온도 기준으로 폭염 특보를 운영한다.
 ② 밤사이(18:01~다음날 09:00) 최저기온이 25℃ 이상 유지되는 현상인 열대야가 예상될 때, 폭염주의보의 발표기준에 해당된다.
 ③ 일 최고 체감온도 33℃ 이상인 상태가 2일 이상 예상될 때, 폭염주의보의 발표기준에 해당된다.
 ④ 여름형 체감온도 산출식에는 기온, 습구온도, 상대습도가 활용된다.

문 17. 호수 효과에 의한 서해안 강설에 대한 설명으로 옳은 것만을 모두 고르면?

- ㄱ. 서해상에서 열과 수증기를 공급받으면서 대류를 강화시킨다.
 ㄴ. 육풍이 강화되면 구름대가 내륙으로 유입되기 유리해진다.
 ㄷ. 강설발생 유무의 판단은 925 hPa 해기차의 분석이 가장 중요하다.
 ㄹ. 해수면을 이동하는 취주거리가 짧을수록 강설발생에 유리하다.

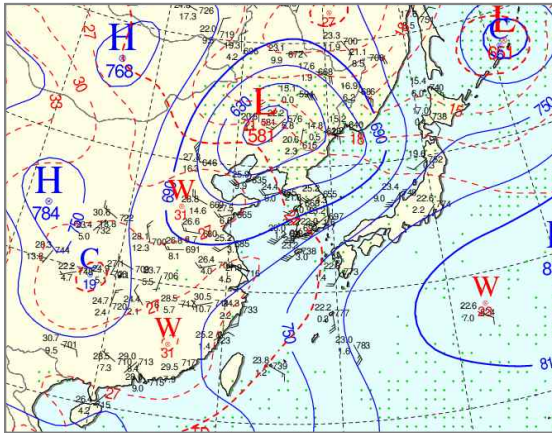
- ① ㄱ ② ㄱ, ㄴ
 ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄷ, ㄹ

문 18. 기상청에서 발표하는 태풍예보에 포함되는 정보가 아닌 것은?

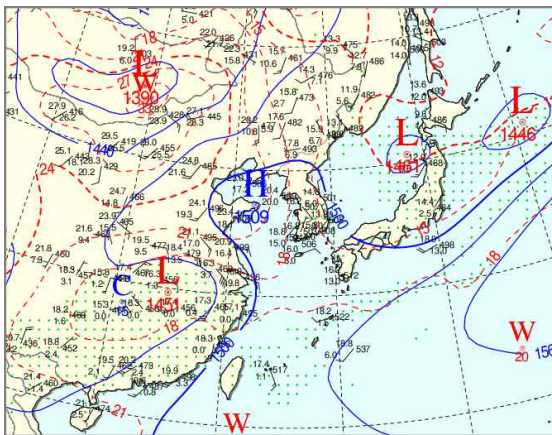
- ① 중심기압, 최대풍속
 ② 중심위치, 강풍반경
 ③ 중심기온, 강수확률
 ④ 진행방향, 이동속도

문 19. 충청도와 전라도에 최대 300 mm 이상의 일강수량을 기록한 2023년 7월 14일 사례의 일기도가 아닌 것은?

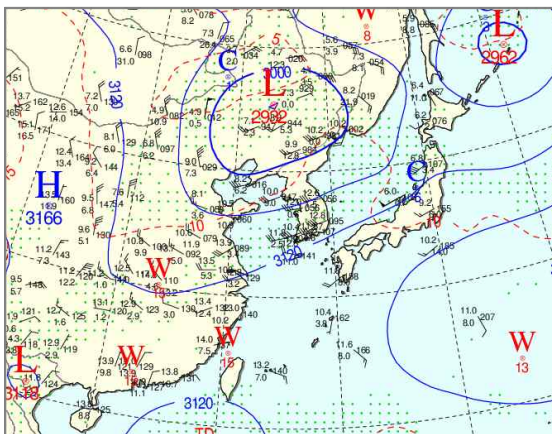
①



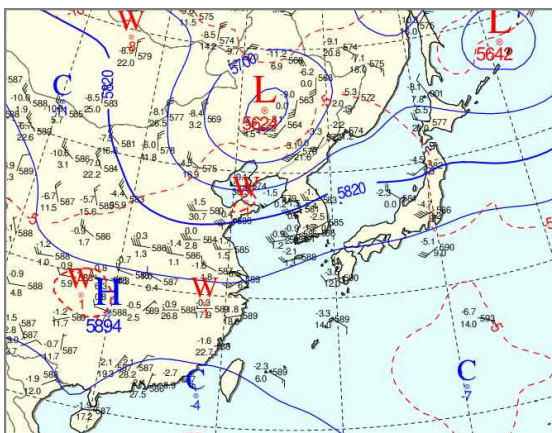
②



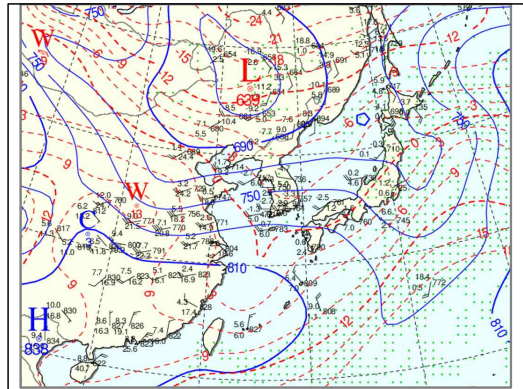
③



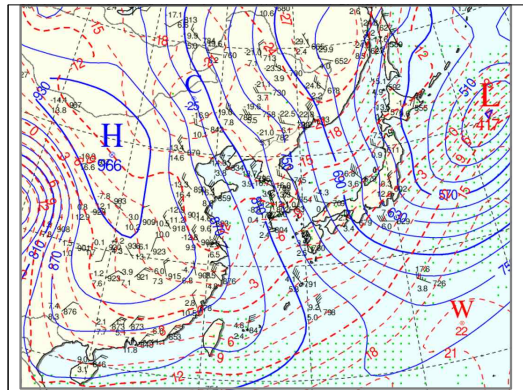
④



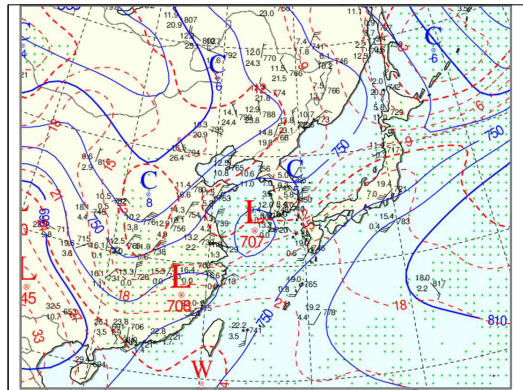
문 20. 다음 일기도에 나타나는 우리나라 강수현상에 대한 설명으로 옳은 것만을 모두 고르면?



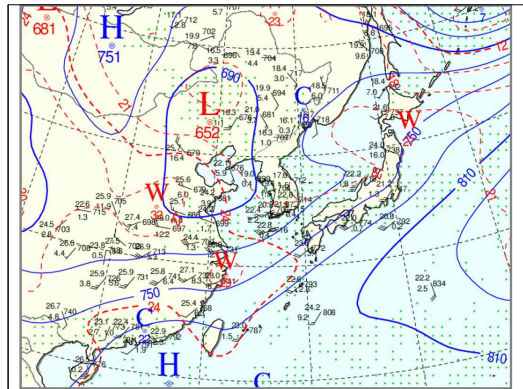
ㄱ. 온난이류에 의한 강설



ㄴ. 호수효과에 의한 강설



ㄷ. 극저기압에 의한 강설



ㄹ. 발해만 기압골에 의한 강설

① ㄱ, ㄴ

② ㄱ, ㄷ

③ ㄴ, ㄹ

④ ㄷ, ㄹ

문 21. 여름철 실황분석 및 예보 생산 시 고려해야 할 사항에 대한 설명으로 옳은 것만을 모두 고르면?

- ㄱ. 폭염 예보 시 북태평양고기압뿐만 아니라 티베트고기압의 동향을 함께 분석해야 한다.
- ㄴ. 하층 대기로 수증기 공급이 원활해지면 강한 대류 운동을 일으킬 수 있으므로 하층 수증기량에 대한 분석이 중요하다.
- ㄷ. 하층제트는 야간보다 낮에 더 강화되는 특성이 있다.

- ① ㄱ
- ② ㄱ, ㄴ
- ③ ㄴ, ㄷ
- ④ ㄱ, ㄴ, ㄷ

문 22. 기상청의 건조특보 발표기준이다. (가)~(다)에 들어갈 말을 바르게 연결한 것은?

종류	주의보	경보
건조	(가) (나) 이하가	(가) 25% 이하가
	(다) 이상 지속될 것으로 예상될 때	(다) 이상 지속될 것으로 예상될 때

- | | | | |
|---|------|-----|-----|
| | (가) | (나) | (다) |
| ① | 실효습도 | 35% | 2일 |
| ② | 실효습도 | 30% | 3일 |
| ③ | 상대습도 | 35% | 3일 |
| ④ | 상대습도 | 30% | 2일 |

문 23. 다음 표를 보고 강수예보의 임계성공지수(Critical Success Index)를 구하면?

강수 맞힘 (Hit)	빗나감 (False Alarm)
20회	10회
강수 놓침 (Miss)	무강수 맞힘 (Correct Negative)
20회	50회

- ① 0.7
- ② 0.5
- ③ 0.4
- ④ 0.33

문 24. 다음 중 기후 평년값과 극값에 대한 설명으로 가장 옳지 않은 것은?

- ① 기후 평년값은 ‘0’으로 끝나는 해의 최근 30년간의 누년평균값으로 정의된다.
- ② 매 20년 주기로 새로운 기후 평년값이 산출된다.
- ③ 어떤 기간에 관측된 값의 최댓값 또는 최솟값을 ‘극값’이라고 한다.
- ④ 같은 극값이 2개 이상 존재할 때는 최근 값을 극값의 우선순위로 한다. 다만, 일극값은 첫 번째 관측된 값을 채택한다.

문 25. 수치모델의 오차에 대한 설명으로 옳은 것만을 모두 고르면?

- ㄱ. 수치모델의 오차는 체계적 오차(systematic error)와 무작위 오차(random error)로 구분할 수 있다.
- ㄴ. 수치모델의 체계적 오차보정에 모델출력통계법(Model Output Statistics)을 활용할 수 있다.
- ㄷ. 다양한 물리과정, 역학과정, 자료동화과정을 개선함으로써 체계적 오차를 줄일 수 있다.
- ㄹ. 수치모델의 오차에 대한 특성을 파악하여 예보 분석에 활용할 수 있다.

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

물리기상학

문 1. 무차원수(dimensionless number)가 아닌 것은?

- ① 레이놀즈수(Reynolds number)
- ② 모닌-오부코프 길이(Monin-Obukhov length)
- ③ 리처드슨수(Richardson number)
- ④ 광학두께(optical depth)

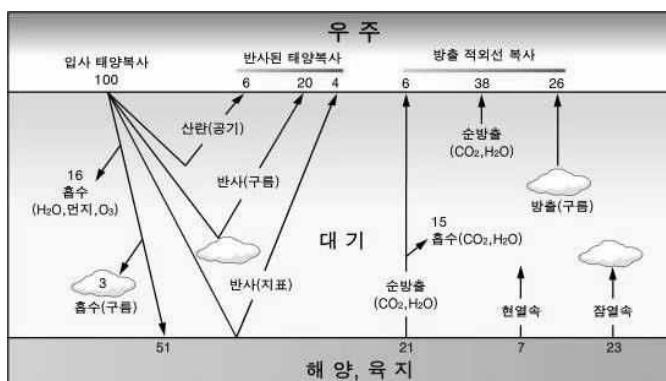
문 2. 대기복사에서 사용되는 단위로 옳지 않은 것은?

- ① 스테판-볼츠만상수(Stefan-Boltzmann constant)의 단위는 $\text{W m}^{-2} \text{K}^{-4}$ 이다.
- ② 복사속(radiant flux)의 단위는 J s^{-1} 이다.
- ③ 복사조도(irradiance)의 단위는 $\text{W m}^{-2} \text{sr}^{-1} \mu\text{m}^{-1}$ 이다.
- ④ 복사휘도(radiance)의 단위는 $\text{W m}^{-2} \text{sr}^{-1}$ 이다.

문 3. 열역학 법칙에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

- ① 열역학 제1법칙에 의하면 계의 내부에너지 변화는 계에 가해진 열에서 계가 주변에 한 일을 뺀 것과 같다.
- ② 등압과정일 때 계에 출입하는 열량의 변화는 내부에너지의 변화량과 같다.
- ③ 등온과정일 때 계에 출입하는 열량은 모두 일을 하는데 사용된다.
- ④ 가역과정일 때 엔트로피가 일정한 과정은 온위가 보존된다.

문 4. 그림은 지구의 에너지 수지를 나타낸 것이다. 이로부터 계산한 물리량으로 옳은 것만을 모두 고르면?



- ㄱ. 지구의 알베도: 0.3
- ㄴ. 입사하는 태양복사가 대기(구름 포함)에 의해 소산(extinction)되는 비율: 0.49
- ㄷ. 보웬비(Bowen ratio): 약 0.3

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

문 5. 습윤공기와 관련된 설명으로 옳은 것만을 모두 고르면?

- ㄱ. 비습(specific humidity)은 건조공기의 총질량에 대한 수증기 질량의 비율로 정의한다.
- ㄴ. 이슬점온도(dew point temperature)는 주어진 공기 덩이가 현재의 수증기압에서 등압과정을 따라 냉각될 때 물에 대해 포화상태에 이르는 온도이다.
- ㄷ. 상당온도(equivalent temperature)는 습구온도(wet-bulb temperature)보다 항상 낮다.
- ㄹ. 상당온위(equivalent potential temperature)는 건조단열 과정과 위단열과정 모두에 대해서 보존된다.

- ① ㄱ, ㄴ
- ② ㄱ, ㄷ
- ③ ㄴ, ㄷ
- ④ ㄴ, ㄹ

문 6. 임의의 변수 A와 B에 대하여 레이놀즈 분리를 적용하여 구한 A와 B의 곱의 시간 평균 $\overline{A \cdot B}$ 로 옳은 것은? (단, 각 변수는 평균장과 섭동으로 나누어질 수 있으며, 상단바(ˉ)는 평균장, 프라임(′)은 섭동을 의미한다.)

- ① $\overline{A} \overline{B} + \overline{A' B'}$
- ② $\overline{A^2} + 2 \overline{A' B'} + \overline{B^2}$
- ③ $\overline{A B'} + \overline{A' B}$
- ④ $\overline{A A'} + \overline{B B'}$

문 7. 정적비열과 정압비열에 대한 설명으로 옳은 것만을 모두 고르면?

- ㄱ. 건조공기의 정적비열은 $1004 \text{ J K}^{-1} \text{ kg}^{-1}$ 이다.
- ㄴ. 수증기의 정적비열은 건조공기 정적비열의 약 두배이다.
- ㄷ. 정압비열은 정적비열과 해당 기체의 비기체상수(specific gas constant)의 합이다.

- ① ㄱ
- ② ㄴ
- ③ ㄴ, ㄷ
- ④ ㄱ, ㄴ, ㄷ

문 8. 온난구름(warm cloud)에서 구름수적의 충돌병합 과정을 설명한 것으로 옳은 것만을 모두 고르면?

- ㄱ. 구름 내부가 낮은 레이놀즈수를 갖는 스토크스 영역(Stokes regime)일 때, 구름수적의 종단낙하속도는 구름수적 반경에 선형적으로 비례한다.
- ㄴ. 구름 내에서 수적이 효과적으로 성장하려면 수적크기분포(droplet size distribution)의 폭이 넓을수록 유리하다.
- ㄷ. 구름수적 채집효율(collection efficiency)은 충돌효율(collision efficiency)과 병합효율(coalescence efficiency)의 곱이다.

- ① ㄱ
- ② ㄴ
- ③ ㄱ, ㄷ
- ④ ㄴ, ㄷ

문 9. 어떤 지표면으로 입사하는 태양복사에너지가 900 W m^{-2} 이고, 지표 알베도는 0.4이다. 지표면으로 입사하는 장파복사에너지와 지표면에서 방출하는 장파복사에너지는 같고, 지표면은 에너지 평형을 이루고 있다고 가정하자. 보웬비가 0.5일 때 지표면에서 방출하는 잠열플럭스는? (단, 지중과 지표면 사이의 에너지 흐름은 없다.)

- ① 120 W m^{-2} ② 180 W m^{-2}
 ③ 240 W m^{-2} ④ 360 W m^{-2}

문 10. 다음은 베르게론-핀다이젠 과정(Bergeron-Findeisen process)에 대한 설명 중 일부이다. (가)~(다)에 들어갈 말을 바르게 연결한 것은?

0°C 이하에서 과냉각수적 표면의 포화수증기압이 빙정 표면의 포화수증기압보다 (가) 때문에, (나) 표면의 수증기가 (다) 표면으로 이동하여 (다)이 성장한다.

- | | (가) | (나) | (다) |
|---|-----|-------|-------|
| ① | 크기 | 과냉각수적 | 빙정 |
| ② | 크기 | 빙정 | 과냉각수적 |
| ③ | 작기 | 과냉각수적 | 빙정 |
| ④ | 작기 | 빙정 | 과냉각수적 |

문 11. 복사전달모델에 이용되는 변수 중 하나인 비대칭인자(asymmetry parameter, g)에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

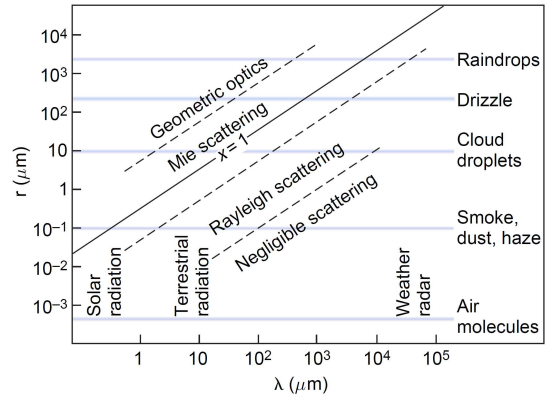
- ① 전방산란과 후방산란의 강도가 같으면 $g = 0$ 이다.
 ② $g = 1$ 이면 완전한 후방산란을 의미한다.
 ③ g 의 값의 범위는 $-1 \leq g \leq 1$ 이다.
 ④ 산란위상함수(scattering phase function)와 밀접하게 관련되어 있다.

문 12. S밴드 기상레이더($\lambda = 10 \text{ cm}$)에 대한 설명으로 옳지 않은 것을 모두 고르면?

- ㄱ. 부피 1 m^3 에 포함된 직경 3 mm 수적 1개에 의한 레이더 반사도(Z)는 동일 부피에 포함된 직경 1 mm 수적 729개에 의한 레이더 반사도와 같다.
 ㄴ. 대기가 표준대기보다 상대적으로 안정되어 레이더 빔이 과대굴절되는 경우, 표준굴절될 때보다 더 높은 고도의 강수가 탐지된다.
 ㄷ. 펄스반복주파수(pulse repetition frequency) 1000 Hz 로 강수를 관측할 때, 최대관측거리(R_{max})와 최대관측속도(V_{max})는 각각 150 km 와 25 ms^{-1} 이다. (단, 빛의 속도는 $3 \times 10^8 \text{ ms}^{-1}$ 이다.)

- ① ㄱ ② ㄴ
 ③ ㄴ, ㄷ ④ ㄱ, ㄷ

문 13. 그림은 입자의 반경(r)과 입사하는 복사의 파장(λ)을 통해 구해진 크기파라미터(size parameter, x)와 그에 따른 산란의 종류를 나타낸 것이다. 이에 대한 설명으로 옳은 것만을 모두 고르면?



- ㄱ. 공기분자에 의해 적색광($0.7 \mu\text{m}$)이 산란될 때, x 는 약 1이다.
 ㄴ. X밴드 레이더파가 이슬비(drizzle)에 산란되면 레일리 산란이 발생한다.
 ㄷ. 전자기파가 입자에 입사하여 미산란(Mie scattering)이 발생하면 산란 전후에 전자기파의 파장은 변하지 않는다.

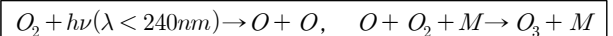
- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ ④ ㄴ, ㄷ

문 14. 강수가 없는 온난구름(warm cloud) 내의 과포화에 대한 설명으로 가장 옳지 않은 것은?

- ① 과포화는 대기중의 상대습도가 100%를 초과하는 상태를 의미한다.
 ② 과포화도는 구름 내에서 고도가 증가할수록 선형적으로 증가한다.
 ③ 구름 내 과포화도를 감소시키는 요인 중 하나는 수증기 응결에 의한 구름수적 개수의 증가이다.
 ④ 구름 내 과포화도를 증가시키는 요인 중 하나는 단열상승 운동에 의한 온도 하강이다.

문 15. 성층권 오존에 관한 설명으로 옳은 것만을 모두 고르면?

ㄱ. 성층권 오존의 생성은 다음 반응식을 통해 설명할 수 있다.



- ㄴ. 오존구멍(ozone hole)이 생기는 이유는 오존이 프레온가스와의 직접적인 화학반응에 의해 소멸되기 때문이다.
 ㄷ. 수소불화탄소(HFCs)는 염소(Cl)를 포함하기 때문에 오존층을 파괴하는 물질 중 하나이다.
 ㄹ. 남반구 극지방의 오존구멍은 남반구 가을철에 주로 발생한다.

- ① ㄱ ② ㄱ, ㄷ
 ③ ㄱ, ㄴ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ, ㄹ

문 16. 다음은 수증기 확산에 의한 순수한 수직의 응결성장방정식을 나타낸 것이다. 이에 대한 설명으로 옳은 것만을 모두 고르면?
(단, 곡률효과와 용액효과는 무시한다.)

$$r \frac{dr}{dt} = \frac{S-1}{c}$$

S : 포화비, r : 수적반경, c : 0이 아닌 상수

- ㉠. $S > 1$ 일 때, 수적반경이 클수록 응결성장률($\frac{dr}{dt}$)이 커진다.
- ㉡. 주어진 온도에서 포화비가 일정할 때, 초기($t=0$) 수적의 반경을 r_0 라고 가정하면 $r = \sqrt{r_0^2 + 2\xi t}$ 이다. (단, $\xi = \frac{S-1}{c}$)
- ㉢. $S > 1$ 일 때, 초기 반경이 서로 다른 수적들이 시간에 따라 성장하면서 수적크기분포의 폭이 좁아진다.

- [illegible]

문 17. 도시가 대기경계층에 미치는 영향과 가장 거리가 먼 것은?

- ① 나대지(bare soil)가 도시로 바뀌면 거칠기 길이는 일반적으로 감소한다.
- ② 도시에서 방출되는 인공열로 인해 대기경계층의 두께가 더 두꺼워진다.
- ③ 도시에서 방출되는 인공열로 인해 도시 바깥에서 도시로 수렴하는 형태의 순환이 형성될 수 있다.
- ④ 맨 토양이 아스팔트로 포장되면 낮 동안 일반적으로 현열 플럭스가 증가한다.

문 18. 파장이 λ 인 태양복사가 질량흡수계수(mass absorption coefficient) $k_\lambda = 0.03 \text{ m}^2 \text{ kg}^{-1}$ 이고 밀도가 $\rho_\lambda = 0.2 \text{ kg m}^{-3}$ 인 구름층을 연직으로 통과하고 있다. 구름층의 두께가 10m일 때 구름층을 통과하면서 흡수되는 태양복사의 비율은 약 몇 %인가? (단, $e^{-0.03} = 0.97$, $e^{-0.06} = 0.94$, $e^{-1.97} = 0.14$, $e^{-2.0} = 0.135$ 이고 구름에 의한 태양복사의 반사와 산란은 무시한다.)

- ① 3% ② 6%
- ③ 14% ④ 86.5%

문 19. 흑체의 복사휘도($B_x(x, T)$)를 나타낸 플랑크함수에 대한 설명으로 옳지 않은 것은? (단, x 는 임의의 변수이다.)

- ① $B_\nu(\nu, T)$ 는 진동수(frequency, ν)의 세제곱에 비례한다.
- ② $B_\lambda(\lambda, T)$ 는 파장(wavelength, λ)의 다섯제곱에 반비례한다.
- ③ $B_{\tilde{\nu}}(\tilde{\nu}, T)$ 는 파수(wave number, $\tilde{\nu}$)의 제곱에 비례한다.
- ④ 플랑크함수를 통해 주어진 온도에서 최대에너지가 방출되는 파장을 구할 수 있다.

문 20. 다음은 용액방출 표면에서의 포화비(S)를 나타내는 켈러곡선 방정식을 나타낸 것이다. 이에 대한 설명으로 옳은 것만을 모두 고르면?

$$S = 1 + \frac{a}{r} - \frac{b}{r^3}$$

- ㉑. a/r 는 곡률항 (curvature term)이고, b/r^3 는 용액항 (solution term)이다.
- ㉒. 켈러곡선 방정식에서 수직의 반경이 작을수록 용액효과보다 곡률효과가 상대적으로 우세해진다.
- ㉓. 위의 식에서 구해지는 용액방울의 임계반경(critical radius, r_c)은 $\sqrt{\frac{3b}{a}}$ 이다.
- ㉔. r_c 보다 큰 용액방울의 경우, 수직의 반경이 커질수록 포화비가 1로 수렴한다.

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

문 21. 단일산란알베도(single scattering albedo)의 정의로 옳은 것은?

- ① 소산계수(extinction coefficient)에 대한 흡수계수의 비율
- ② 소산계수에 대한 산란계수의 비율
- ③ 산란계수에 대한 흡수계수의 비율
- ④ 알베도에 대한 방출률

문 22. 다음은 난류운동에너지(e) 방정식을 나타낸 것이다. 이에 대한 설명으로 가장 옳지 않은 것은?

$$\frac{\partial e}{\partial t} + \overline{u_j} \frac{\partial e}{\partial x_j} = \frac{g}{\theta_v} \delta_{i3} (\overline{u_i' \theta_v'}) - \overline{u_i' u_j'} \frac{\partial \overline{u_i}}{\partial x_j} - \frac{\partial (\overline{u_j' e})}{\partial x_j} - \frac{1}{\rho} \frac{\partial (\overline{u_i' p'})}{\partial x_i} - \epsilon$$

(1)
(2)
(3)
(4)
(5)

$\overline{(\)}$: 평균 $(\)'$: 섭동 θ_v : 가온위

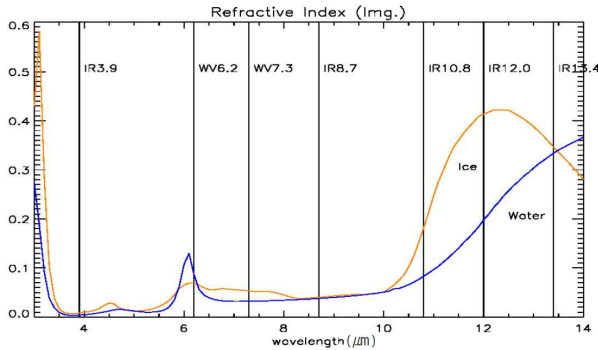
δ : 크로너커 델타(Kronecker delta)

- ① (1)항은 낮 동안 가열된 지표면 부근에서 양의 값을 가진다.
- ② (2)항은 평균운동에너지로부터 난류운동에너지로의 전환을 나타낸다.
- ③ (3)항은 난류수송, (4)항은 기압수송을 나타내며 e 를 생성 또는 소멸시킨다.
- ④ ϵ 은 분자점성에 의한 난류소산을 의미하며, 항상 양의 값을 가진다.

문 23. 레이놀즈수와 난류에 대한 설명으로 가장 옳지 않은 것은?

- ① 레이놀즈수는 (특성길이)×(유체의 평균속도)÷(유체의 동점성 계수)로 정의된다.
- ② 레이놀즈수는 점성력에 대한 관성력의 비를 나타낸다.
- ③ 레이놀즈수는 어떤 유체 흐름이 층류인지 난류인지를 판별하는데 사용될 수 있다.
- ④ 임계 레이놀즈수는 유체 흐름이 층류에서 난류로 전이되는 지점에서의 레이놀즈수이며, 대략 1 정도로 알려져 있다.

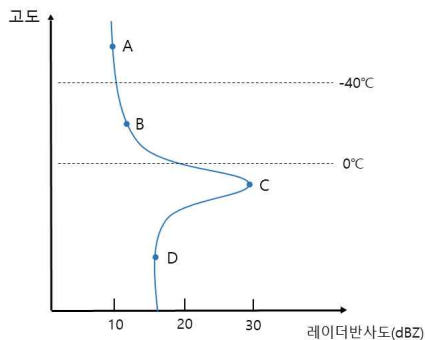
문 24. 그림은 물과 얼음의 복소굴절률(complex index of refraction) 중 허수 부분을 나타낸 것이다. 이로부터 알 수 있는 구름입자와 복사의 상호작용에 대한 설명으로 옳은 것만을 모두 고르면?



- ㄱ. 물과 얼음의 복소굴절률의 허수 부분은 산란율을 나타낸다.
 ㄴ. 물과 얼음의 8.7 μm , 10.8 μm 파장에서의 복소굴절률 허수 부분은 위성을 통해 구름입자의 상을 구분하는데 사용될 수 있다.
 ㄷ. 위성을 통해 야간에 빙정으로만 구성된 반투과성 권운을 관측할 때, 3.9 μm 와 10.8 μm 파장의 밝기온도 차이($BTD_{3.9-10.8}$)는 양수이다.

- ① ㄱ ② ㄴ
 ③ ㄴ, ㄷ ④ ㄱ, ㄴ, ㄷ

문 25. 그림은 강수가 있는 난층운에 대한 전형적인 레이더반사도의 연직 프로파일이다. 이에 대한 설명으로 옳지 않은 것을 모두 고르면?



- ㄱ. PPI(Plan Position Indicator) 영상은 특정한 방향에 위치한 기상현상의 연직단면을 관측하는데 이용된다.
 ㄴ. A 지점에서는 과냉각수적이 거의 존재하지 않는다.
 ㄷ. B 지점에서는 두 개의 빙정이 충돌하여 더 큰 빙정을 형성하는 결착(riming)이 발생할 수 있다.
 ㄹ. 이중편파레이더로 관측할 때, C 지점의 교차상관계수(cross-correlation coefficient, ρ_{HV})는 D 지점의 교차상관계수보다 큰 값을 가진다.

- ① ㄱ ② ㄱ, ㄷ
 ③ ㄴ, ㄷ ④ ㄱ, ㄷ, ㄹ