

기상직 7급 국가공무원 공개경쟁채용 제2차 필기시험

| 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.
- 답안은 문제책 표지의 과목 순서에 따라 답안지에 인쇄된 순서(제1·2·3·4과목)에 맞추어 표기해야 하며, 과목 순서를 바꾸어 표기한 경우에도 문제책 표지의 과목 순서대로 채점되므로 유의하시기 바랍니다.
- 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 점정색 사인펜을 사용하며, 반드시 <보기>의 올바른 표기 방식으로 답안을 작성해야 합니다.
<보기> 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 있습니다.
※ 문제책은 시험종료 후 가지고 갈 수 있습니다.



정답공개 및 이의제기 안내

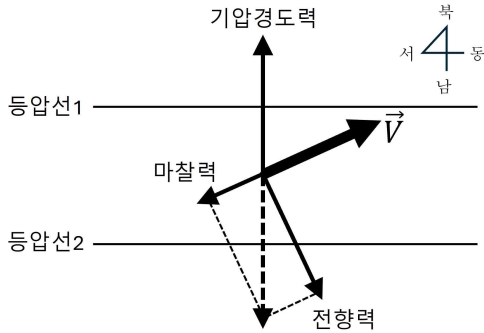
- 정답공개: 정답가안 10.14.(월) 11:00, 최종정답 10.21.(월) 18:00 / 기상청 홈페이지
 - 이의제기: 10.14.(월) 11:00 ~ 10.15.(화) 18:00 / 기상청 채용시스템
 - 구체적인 이의제기 방법은 정답가안 공개 시 공지 예정
- ※ 물리학개론에 대한 이의제기는 인사혁신처 사이버국가고시센터를 통해 신청하시기 바랍니다.



기상청

기상역학

문 1. 다음은 북반구에서 지상 바람(\vec{V})의 구조를 보여주는 모식도이다. 마찰효과에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?



- ① 마찰계수의 증가로 마찰력이 증가하면 전향력이 감소한다.
- ② 마찰계수의 증가로 마찰력이 증가하면 전향력의 방향이 반시계방향으로 돈다.
- ③ 마찰계수의 증가로 마찰력이 증가하면 지상 바람의 방향이 시계방향으로 돈다.
- ④ 마찰력과 지상 바람의 방향은 항상 서로 반대 방향을 향한다.

문 2. 다음은 관성중력파의 분산관계식이다. 남북방향 파수(l)가 0이 되도록 좌표축을 선택했을 때, 군속도의 수평성분에 대한 연직 성분의 비(c_{gz}/c_{gx})의 절댓값으로 옳은 것은?

$$\nu^2 = f^2 + N^2 \frac{(k^2 + l^2)}{m^2}$$

ν : 진동수, f : 코리올리 매개변수, k : 동서방향 파수, l : 남북방향 파수, m : 연직방향 파수, N : 부력진동수

- ① m/k
- ② k^2/m^2
- ③ $(\nu^2 - f^2)/N^2$
- ④ $\sqrt{(\nu^2 - f^2)/N^2}$

문 3. 다음 순압 소용돌이도 방정식을 만족하는 현상에 대한 특징으로 가장 옳지 않은 것은?

$$\frac{\partial \zeta}{\partial t} = -(u \frac{\partial \zeta}{\partial x} + v \frac{\partial \zeta}{\partial y}) - v \frac{\partial f}{\partial y}$$

ζ : 상대 소용돌이도, f : 행성 소용돌이도,
 u : x (동서) 방향 기류 속도, v : y (남북) 방향 기류 속도

- ① 파장이 클수록 파동의 동진 속도가 빨라진다.
- ② 중위도 β 면에서 절대 소용돌이도를 보존하면서 전파한다.
- ③ 일반적으로 6,000 ~ 10,000 km 종관규모에서 나타난다.
- ④ 정체모드(위상속도가 0)일 때, 동서방향의 군속도는 동쪽 방향이다.

문 4. 다음 온도풍 방정식과 이를 만족하는 상황에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

$$\frac{\partial \vec{V}_g}{\partial \ln p} = -\frac{R}{f} \vec{k} \times \nabla_p T$$

\vec{V}_g : 지균풍, R : 건조공기 기체상수, f : 코리올리 매개변수, T : 온도

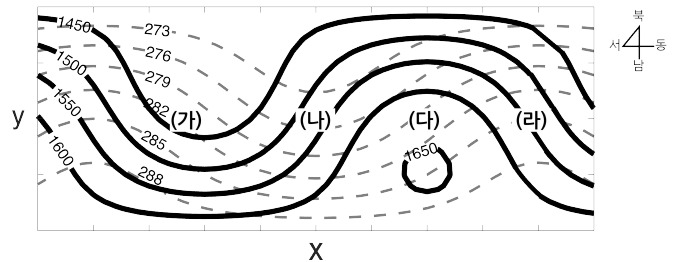
- ① 기압좌표계에서 정역학 평형과 지균풍 균형을 기반으로 유도된다.
- ② 남반구에서 북쪽방향으로 온도가 감소하는 경우 고도가 높아짐에 따라 동풍이 증가해야 한다.
- ③ 북반구에서 동쪽방향으로 온도가 증가하는 경우 고도가 높아짐에 따라 북풍이 증가해야 한다.
- ④ 북반구에서 북쪽방향으로 온도가 감소하는 경우 고도가 높아짐에 따라 서풍이 증가해야 한다.

문 5. 다음 중 기압좌표계에 대한 설명으로 옳은 것만을 모두 고르면?

- ㄱ. 연직 방향의 좌표 기준을 고도 대신 기압으로 사용하는 좌표계이다.
- ㄴ. 연속방정식이 예단 방정식으로 바뀌어 질량 변화 예측이 가능하다.
- ㄷ. 등압면에서 기압경도력을 지위의 경도로 대체할 수 있다.
- ㄹ. 공기는 등압면을 따라서 이동하므로 물질 수송 추적에 용이하다.

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

문 6. 다음은 북반구 중위도 850 hPa의 지위고도(검은 실선, gpm)와 온도(회색 파선, K)의 분포이다. 지균풍에 의한 수평 온도이류의 값이 가장 큰 지역은?

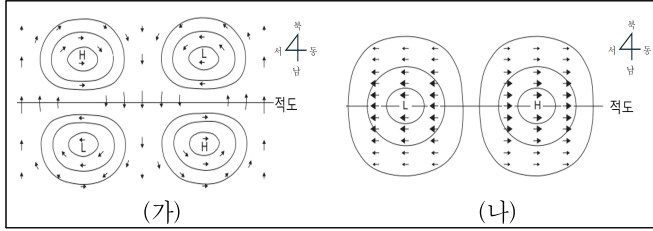


- ① (가)
- ② (나)
- ③ (다)
- ④ (라)

문 7. 북반구에서 제트류 코어(jetstream core)가 동쪽으로 전파되는 원리를 설명한 것으로 옳지 않은 것은?

- ① 제트류 코어의 입구와 출구에 나타나는 비지균풍의 방향이 서로 다른 것과 관련이 있다.
- ② 제트류 코어의 입구와 출구에 나타나는 연직 2차순환과 관련이 있다.
- ③ 공기덩이의 단열 승온 및 단열 냉각으로 발생하는 층후의 변화와 관련이 있다.
- ④ 제트류 코어 북쪽 영역의 기온이 상승하면서 지균풍이 가속된 것과 관련이 있다.

문 16. 다음은 두 종류의 적도파와 연관된 수평 속도 섭동(화살표)과 지위고도 섭동(실선)의 구조를 나타낸 그림이다. (가)와 (나)에 해당하는 적도파를 옳게 연결한 것은?

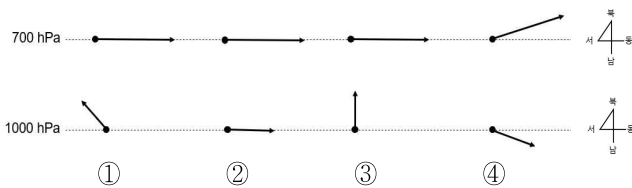


- | | | |
|---|---------|---------|
| | (가) | (나) |
| ① | 동진 중력파 | 켈빈파 |
| ② | 켈빈파 | 동진 중력파 |
| ③ | 켈빈파 | 로스비-중력파 |
| ④ | 로스비-중력파 | 켈빈파 |

문 17. 분산파에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

- ① 위상속도는 파수에 따라 변하는 특징을 갖는다.
- ② 시간에 따라 파군(wave group)의 형태가 변한다.
- ③ 분산파의 군속도(group velocity) 방향은 에너지의 전파 방향을 나타낸다.
- ④ 내부중력파, 관성중력파, 켈빈파는 분산파에 해당한다.

문 18. 다음 남반구 중위도에서 관측한 700 hPa(위)와 1000 hPa(아래)의 수평 바람 중 온도풍 관계를 활용하여 온도이류를 파악할 때 두 층 사이에서 온난이류가 나타날 수 있는 경우로 옳은 것은? (단, 바람장의 방위는 주어진 방위표와 같다.)



문 19. 선형 섭동 이론(linear perturbation theory)에서 파동 해(wave solution)를 구하기 위해 사용하는 방법에 대한 설명으로 옳은 것만을 모두 고르면?

- ㄱ. 각 변수를 평균장과 평균장에 대한 섭동으로 나누어 지배 방정식을 선형화한다.
- ㄴ. 평균장이 변하지 않는다고 가정한다.
- ㄷ. 분산관계를 얻어 파동의 특징을 분석한다.

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

문 20. 다음 준지귤 지위경향 방정식을 고려할 때, 북반구 중위도 850 hPa를 중심으로 한랭이류가 발생하는 주변 상황변화에 대한 설명으로 옳은 것만을 모두 고르면?

$$\left[\nabla^2 + \frac{\partial}{\partial p} \left(\frac{f_0^2}{\sigma} \frac{\partial}{\partial p} \right) \right] \chi = -f_0 \vec{V}_g \cdot \nabla \left(\frac{1}{f_0} \nabla^2 \Phi + f \right) - \frac{\partial}{\partial p} \left[-\frac{f_0^2}{\sigma} \vec{V}_g \cdot \nabla \left(-\frac{\partial \Phi}{\partial p} \right) \right]$$

- ㄱ. 한랭이류는 850 ~ 500 hPa에서의 지위를 감소시킨다.
- ㄴ. 한랭이류는 1000 ~ 850 hPa에서의 지위를 감소시킨다.
- ㄷ. 한랭이류가 500 hPa 기압골 아래 위치하면 500 hPa 기압골이 더 깊어진다.

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

문 21. 북반구에서 에크만(Ekman) 층에 대한 설명으로 옳은 것만을 모두 고르면?

- ㄱ. 층 내에서의 운동은 지귤 균형과 정역학 평형에 의해 유도된다.
- ㄴ. 에크만 펌핑은 점성확산보다 소용돌이도 소멸에 효과적이다.
- ㄷ. 저기압에서 발생하는 하층 수렴을 설명할 수 있다.
- ㄹ. 층 내부의 바람 방향은 일반적으로 고도가 증가할수록 반시계 방향으로 변한다.

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

문 22. 해면 기압이 1000 hPa인 등온대기에서 100 hPa의 고도가 16 km 일 때, 동일한 대기에서 1 hPa 고도와 100 hPa 고도의 차이로 옳은 것은?

- | | |
|---------|---------|
| ① 16 km | ② 32 km |
| ③ 48 km | ④ 60 km |

문 23. 다음은 엘니뇨-남방진동(ENSO)의 발달에 대한 지연 진동자(delayed oscillator) 모델에서의 동태평양 해수면 온도 편차식이다. 이에 대한 설명으로 옳은 것만을 모두 고르면?

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

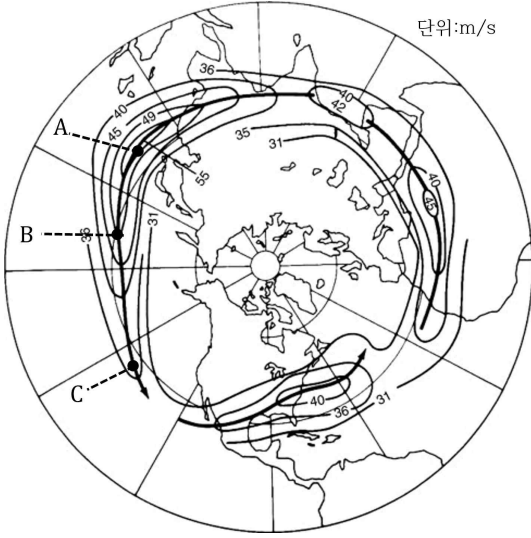
(가) (나)

T : 해수면 온도 편차, b, c : 양의 상수
 t : 시간, τ : 조절 시간에 의해 결정되는 지연시간

- ㄱ. (가)항은 무역풍의 약화와 해수면 온도의 증가 사이의 양의 되먹임을 의미한다.
- ㄴ. (나)항은 해수면 온도 조절과 적도파의 전파 사이에서 나타나는 음의 되먹임을 의미한다.
- ㄷ. 이 모델을 이용하여 다양한 주기의 엘니뇨-남방진동을 예측할 수 있다.

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

문 24. 다음은 북반구 1월에 관측된 300 hPa 고도의 등풍속선과 제트류 평균 중심축(굵은 화살표)을 나타낸 것이다. 이와 관련된 설명으로 옳은 것만을 모두 고르면? (단, 제트류의 분포는 시간에 따라 변하지 않는다.)



- ㄱ. A 지점의 북쪽 지역에서는 수렴이 발생하여 연직으로 하강 운동이 발생한다.
 ㄴ. B 지점에서 C 지점까지 지균풍의 가속이 일어난다.
 ㄷ. C 지점 주변에서 발생하는 연직 2차순환은 열적 간접순환이다.

- ① ㄱ ② ㄴ
 ③ ㄷ ④ ㄴ, ㄷ

문 25. 대류권 내에서 기후민감도(climate sensitivity)에 영향을 미치는 되먹임에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

- ① 수증기는 강력한 온실기체로 상대습도가 변하지 않는다면 수증기 되먹임은 온난화 과정에서 항상 양의 되먹임으로 작용한다.
 ② 얼음-알베도 되먹임으로 인해 온난화가 가속될 수 있다.
 ③ 구름 되먹임은 불확실한 되먹임으로 온난화 과정에서 상층운과 하층운의 변화로 복잡한 양상을 보인다.
 ④ 열대지역에서 기온 감률(lapse rate) 되먹임은 온난화 과정에서 기온 감률의 증가를 통해 양의 되먹임으로 작용한다.

일기분석 및 예보법

문 1. 우박이 내릴 수 있는 조건으로 가장 거리가 먼 것은?

- ① 연직바람시어가 강할 때
 ② 권계면 접힘 현상이 나타날 때
 ③ 500 hPa 기온이 -50°C 이하로 나타날 때
 ④ 강한 상승기류가 발생하기 좋은 지형일 때

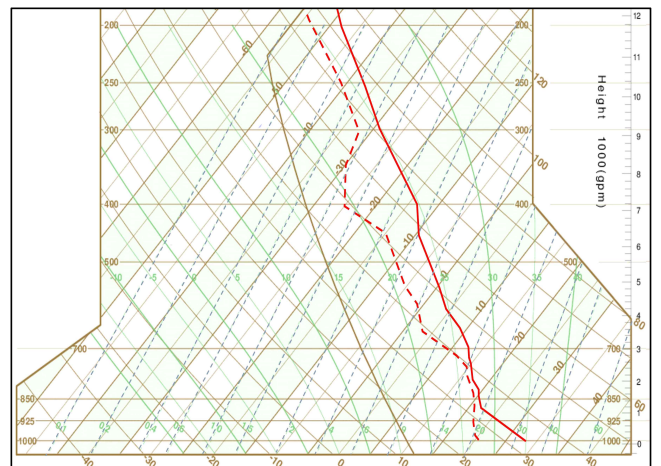
문 2. 겨울철 눈과 비의 강수형태 구분 분석에 사용되는 요소와 가장 거리가 먼 것은?

- ① 1000-850 hPa 층후
 ② 해기차(해수면 온도와 기온과의 차이)
 ③ 습구 병결고도(WBZ)
 ④ 지상 습구온도

문 3. 장마에 대한 설명으로 가장 옳지 않은 것은?

- ① 우리나라 주요 강수시기로 동아시아 몬순(East Asian monsoon) 시스템의 일부이다.
 ② 장마 기간에 영향을 주는 기단에는 북태평양고기압과 관련된 기단, 고온건조한 대륙성 기단 등이 있다.
 ③ 정체전선의 영향을 주로 받기 때문에, 북쪽 찬 공기 유입 또는 저기압은 장마기간 강수와 연관성이 거의 없다.
 ④ 장마에 영향을 주는 주요 요소에는 습윤한 하층 기류 유입, 북태평양고기압의 확장, 상층제트의 강화 등이 있다.

문 4. 다음은 어느 지점의 고층기상관측자료를 바탕으로 작성된 단열 선도이다. 해당 지점에서 관측될 가능성이 가장 높은 국제기상 정보식의 현재 일기상태(ww) 코드는?



- ① 35 ② 55 ③ 75 ④ 95

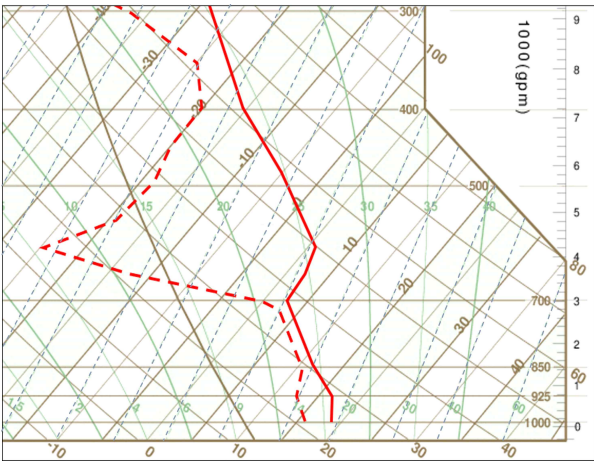
문 5. 다음은 어느 날 우리나라 4개 고층관측 지점(A~D)에서 21시에 관측된 주요 고도별 기상요소이다. 4개 지점(A~D) 중 같은 날 20~22시에 가장 많은 눈이 내릴 가능성이 높은 지점은?

※ 표 안의 값: 기온/이슬점온도 (단위: °C)

	A	B	C	D
500 hPa	-24.7/-42.7	-17.9/-20.4	-27.1/-31.2	-23.7/-26.4
700 hPa	-16.1/-44.1	-9.5/-40.5	-25.1/-27.3	-18.5/-36.5
850 hPa	-13.3/-23.3	-8.3/-10.4	-13.3/-14.5	-9.3/-9.9
925 hPa	-7.7/-16.7	-2.3/-8.3	-9.1/-10.0	-4.7/-6.8
지상	-2.5/-15.5	0.8/-5.2	-4.3/-4.7	1.8/-0.3

- ① A ② B ③ C ④ D

문 6. 다음은 09시에 시행한 고층기상관측을 바탕으로 작성된 단열선도이다. 다른 모든 기상요소들은 변하지 않고 유지되는 가운데 지상(1000 hPa) 기온만 30 °C로 상승한다고 가정할 때, 지상에서부터 상승하는 공기덩이에 대한 평형고도(EL)는? (단, 상승하는 공기덩이는 주변 공기와 섞이지 않는다고 가정한다.)



- ① 1 km 미만 ② 1 km 이상 3 km 미만
③ 3 km 이상 5 km 미만 ④ 5 km 이상

문 7. 다음은 기상청에서 사용하는 예보용어(2024년 10월 기준)에 관한 내용들이다. 아래 A, B, C, D에 들어갈 숫자들의 합계는? (단, 시간은 24시간제를 따른다.)

밤최저기온	(A)시 01분에서 익일 09시 00분 사이의 가장 낮은 기온 값
낮최고기온	(B)시 01분에서 18시 00분 사이의 가장 높은 기온 값
강한 비	시간당 강수량: (C) mm 이상 30 mm 미만
강한 바람	바람의 세기: (D) m/s 이상 14 m/s 미만

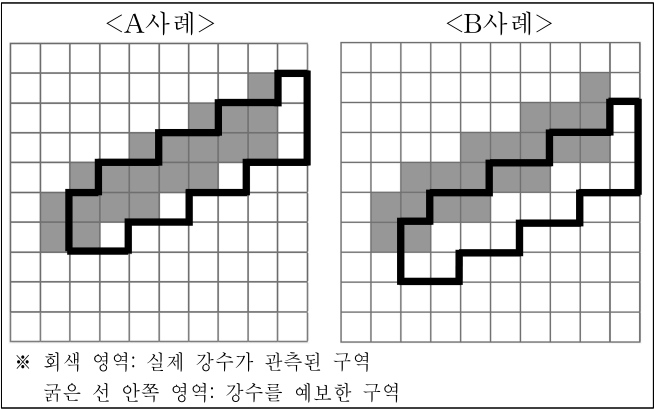
- ① 47 ② 49 ③ 51 ④ 53

문 8. 다음은 우리나라 어느 지점의 고층기상관측자료이다. 고도별 기상요소들을 고려하였을 때 중점적으로 논의되어야 할 기상 현상은?

	기온	이슬점온도	풍향	풍속
400 hPa	-32.3 °C	-34.9 °C	250 °	40.3 m/s
500 hPa	-20.0 °C	-22.1 °C	260 °	30.8 m/s
700 hPa	-6.2 °C	-6.7 °C	270 °	12.8 m/s
850 hPa	-3.0 °C	-8.3 °C	180 °	5.1 m/s
925 hPa	2.5 °C	-3.6 °C	110 °	3.9 m/s
지상	5.0 °C	-7.0 °C	270 °	1.2 m/s

- ① 중층 기압골에 의한 강수 가능성
② 비구름대 접근에 따른 어느 비 가능성
③ 건조공기 침강에 따른 돌풍 가능성
④ 강한 대류에 의한 낙뢰 또는 우박 발생 가능성

문 9. 다음 그림과 같이 100개(동서 10개 × 남북 10개) 예보구역으로 구성된 지역에 대하여 2가지 강수예보 사례(A, B)의 정확도를 평가하고자 한다. A와 B 사례의 2가지 강수예보 평가 지표 [강수맞힘률(POD), 강수유무정확도(ACC)] 중 그 값이 두 번째로 높은 것은?



- ① A사례의 강수유무정확도(ACC)
② B사례의 강수맞힘률(POD)
③ A사례의 강수맞힘률(POD)
④ B사례의 강수유무정확도(ACC)

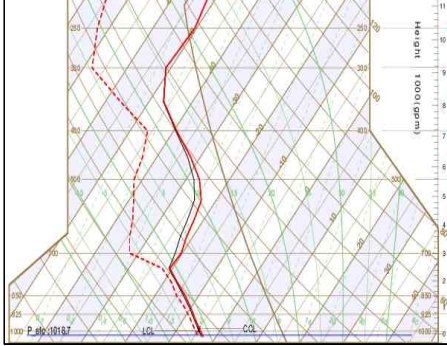
문 10. 다음 고층기상전문(TTAA)을 이용하여 850-500 hPa SSI (Showalter Stability Index)의 값을 계산한 것으로 옳은 것은? (단, 건조단열감률은 10 °C/km, 습윤단열감률은 5 °C/km, 이슬점 온도감률은 2 °C/km로 일정하고, 모든 고도에서 고도와 지위 고도는 동일하다고 가정한다.)

47◇◇◇ 99003 33058 09501 00095 33056 25006 92790 26035
13505 85500 20040 12010 70180 09800 15011 50590 05545
15010 40763 14760 13508 30975 30163 06509 20250 51364
05022 <후략>

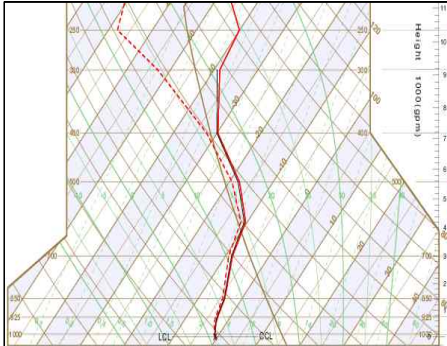
- ① -3 ② -1 ③ 1 ④ 3

문 11. 강설 사례의 단열선도 중 가장 큰 수상당량비를 보였을 것으로 예상되는 것은? (단, 눈이 내리는 동안 기온과 이슬점온도의 연직 구조는 변화하지 않는다고 가정한다.)

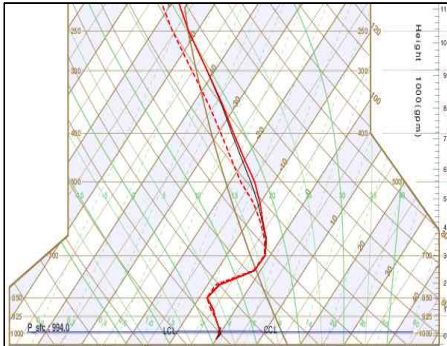
①



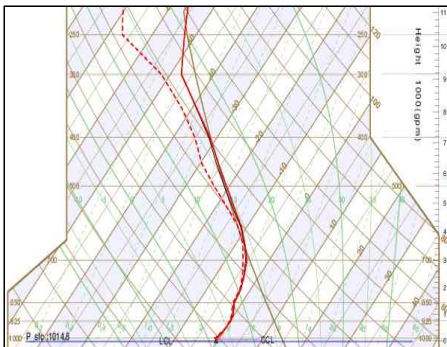
②



③



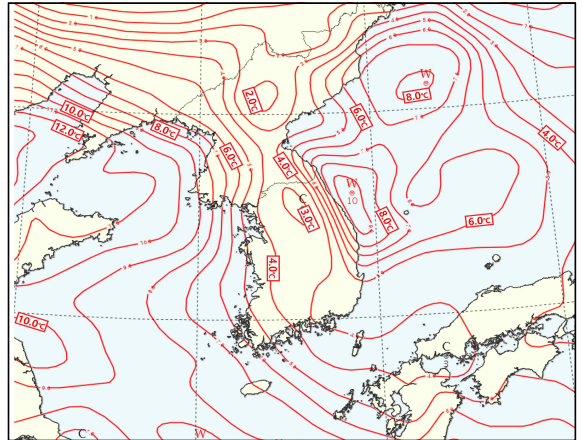
④



문 12. 2024년 10월 기준, 기상청에서 운영 중인 육상에 대한 특보의 세부 대상구역에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

- ① 울산: 2024년 5월부터 2개 구역으로 세분화하여 운영
- ② 서울: 2020년 5월부터 3개 구역으로 세분화하여 운영
- ③ 부산: 2024년 5월부터 3개 구역으로 세분화하여 운영
- ④ 제주도: 2022년 11월부터 중산간 지역을 도입하여 8개 구역으로 세분화하여 운영

문 13. 다음 850 hPa 기온 분포를 바탕으로 판단할 때 강원영동에 발생하고 있을 기상현상으로 가장 옳은 것은?



- ① 중층 강수
- ② 강풍
- ③ 해무
- ④ 소나기

문 14. 예보관 甲, 乙, 丙, 丁이 각자의 상황에 따라 특보를 발표하고자 한다. 발표 근거가 타당한 예보관은 모두 몇 명인가? (단, 특보 기준은 2024년 10월 기준이다.)

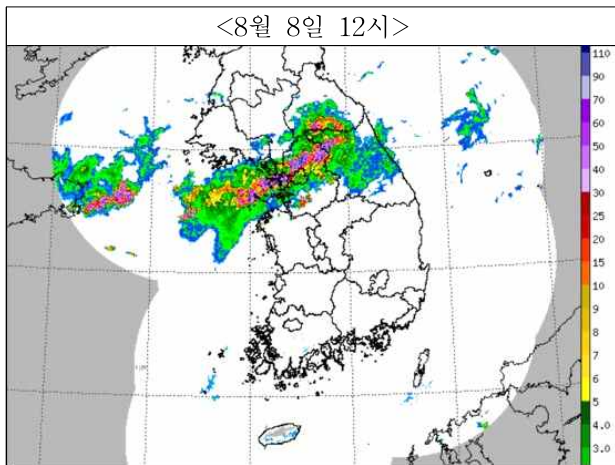
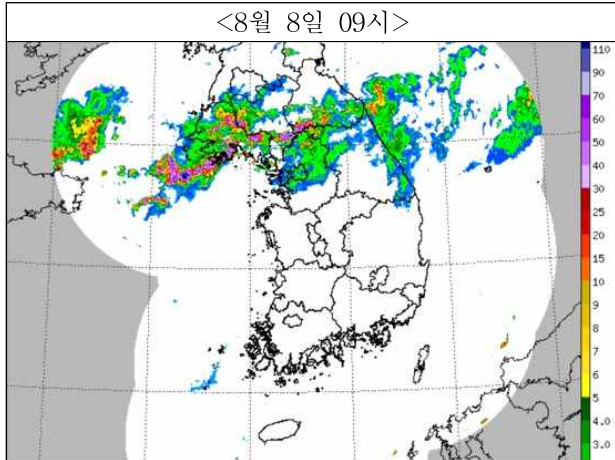
예보관	특보 종류	발표 근거
甲	태풍경보	경남남해안에 태풍의 영향으로 총 강우량이 200 mm 이상 예상됨
乙	대설경보	제주도산지에 24시간 동안 내려 쌓인 눈의 양이 25cm가 될 것으로 예상됨
丙	폭염주의보	광주광역시의 일 최고 체감온도가 32℃로 예상되나, 지난 2주일간 폭염특보의 장기화로 인해 중대한 피해가 예상됨
丁	건조경보	강원동해안에 실효습도가 2일 연속 23%로 예상됨

- ① 1명
- ② 2명
- ③ 3명
- ④ 4명

문 15. 비선형 편미분 방정식인 대기의 지배방정식은 대기를 시공간적으로 격자화한 후 수치적인 방법으로 풀어야 한다. 어떠한 대기 변수 $A(x)$ 에 대한 이계도함수 $\partial^2 A / \partial x^2$ 를 공간에 대한 중앙차분법을 적용하여 이산화(discretization)한 근사식으로 옳은 것은? (단, 인접한 격자 사이의 거리는 Δx 이고, $(\Delta x)^2$ 이상의 항인 절단오차에 대한 표현은 생략한다.)

- ① $\frac{A(x + \Delta x) - A(x - \Delta x)}{(\Delta x)^2}$
- ② $\frac{A(x + \Delta x) - 2A(x) + A(x - \Delta x)}{(\Delta x)^2}$
- ③ $\frac{A(x + \Delta x) - A(x) + A(x - \Delta x)}{(\Delta x)^2}$
- ④ $\frac{A(x + \Delta x) - A(x - \Delta x)}{2\Delta x}$

문 16. 다음은 수도권에 집중호우가 내린 2022년 8월 8일 레이더 영상이다.
같은 날 09시에 관측된 고층관측자료로 가장 옳지 않은 것은?

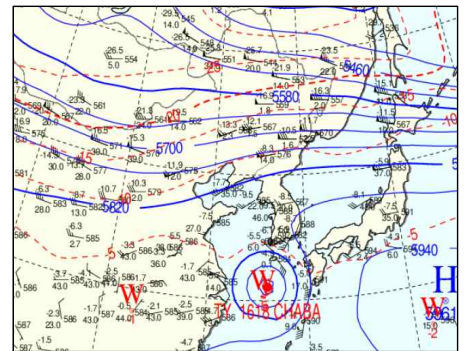


- ① 백령도 (47102) -1.7 5870
0.2
- ② 오산 (47122) -3.3 5890
1.8
- ③ 광주 (47158) -1.5 5910
15.0
- ④ 제주 국가태풍센터 (47186) -3.1 5910
18.0

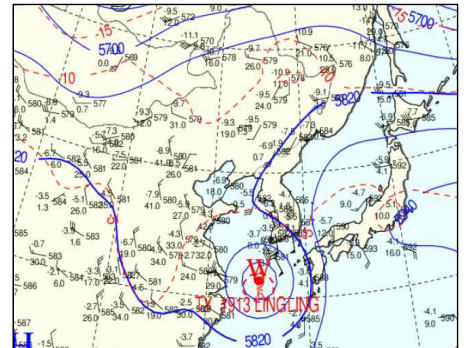
문 17. 다음은 우리나라에 영향을 미쳤던 태풍의 이동 경로를 개략적으로 나타낸 것이다. 함께 제시된 500 hPa 일기도를 바탕으로 판단할 때, 이 이동 경로에 대응되는 태풍으로 가장 옳은 것은?



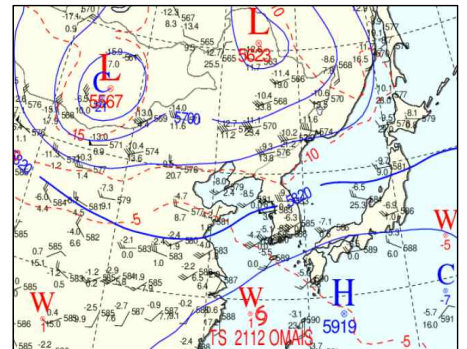
2016년 제18호 태풍 차바



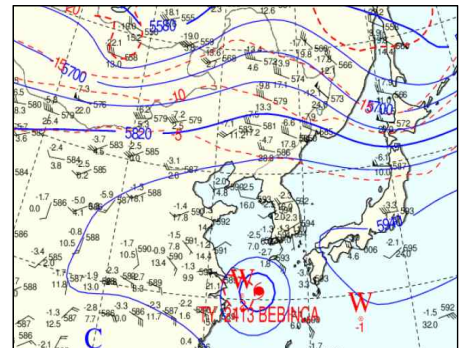
2019년 제13호 태풍 링링



2021년 제12호 태풍 오마이스



2024년 제13호 태풍 버빙가



문 18. 다음 기사에서 유추할 수 있는 기상상황 또는 기상자료로 가장 적절하지 않은 것은?

2014년 2월 강릉 대설, 110 cm 적설 기록

2014년 2월 7일부터 11일까지 강원영동 지역을 강타한 대설은 북고남저형의 지상 기압계에서 두 번의 대설 집중 시간이 나타났다. 특히 북강릉 지역에서는 9일 오후부터 10일 오전 사이에 50 cm 내외의 눈이 내려 쌓였으며, 11일에는 최심 적설이 110 cm에 달했다.

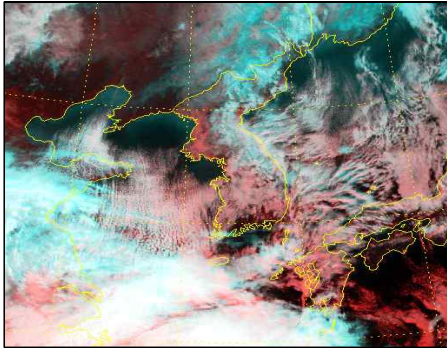
<중 략>

기상청은 이번 대설이 수상당량비가 10 내외인 습설 형태로 내려 눈의 무게가 상당히 크다고 분석하였다.

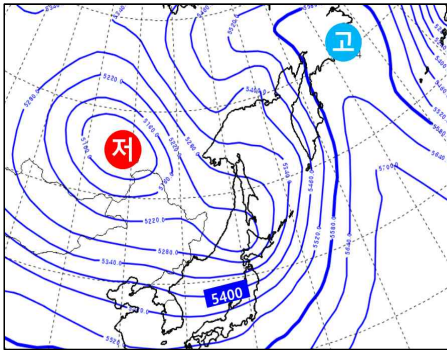
①

시·분	현재알기	기온			강수			
		현재 기온 (℃)	노점 온도 (℃)	체감 온도 (℃)	일 강수 (mm)	최대 강수 강도 (mm/h)	신 적설 (cm)	적설 (cm)
18:00	흐림	-3.8	-6.5	-3.8	1.3		4.5	4.5
15:00	악한 눈 연속적	-3.3	-6.4	-3.3	1.3		5.5	5.5
12:00	악한 눈 연속적	-5.3	-7.8	-9.2	1.1		5.0	5.0
09:00	보통 눈 연속적	-7.6	-9.6	-11.5	0.8		3.5	3.5
06:00	악한 눈 단속적	-7.9	-11.5	-12.1	0.2		0.5	0.5
03:00	악한 눈 단속적	-7.7	-11.8	-10.6	0.1		0.3	0.3
00:00	구름따옴	-8.7	-17.2	-12.1				

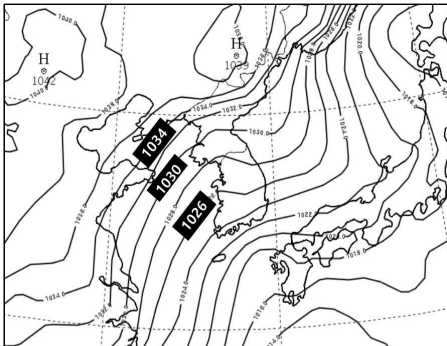
②



③

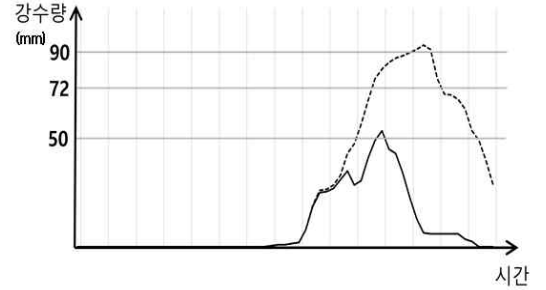


④

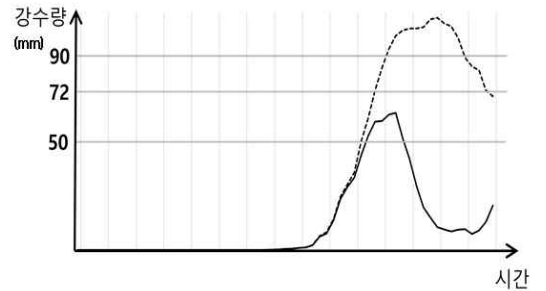


문 19. 기상청에서 직접 발송하는 ‘호우 긴급재난문자’가 발송될 강수량 조건에 해당하지 않는 경우는? (단, 실선은 1시간 누적강수량, 점선은 3시간 누적강수량이다.)

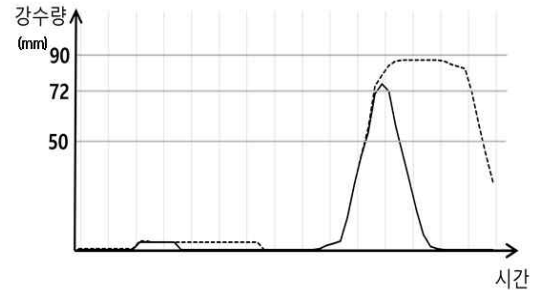
①



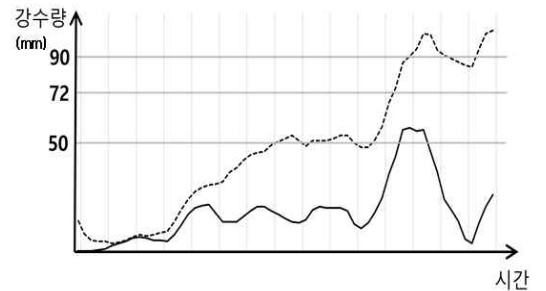
②



③



④



문 20. 우리나라 강원동해안 지역에서 발생하는 날씨에 대한 설명으로 옳은 것만을 모두 고르면?

- ㄱ. 봄철 오호츠크해고기압의 영향을 받을 때는 산맥을 넘는 바람에 의해 고온 현상이 나타난다.
- ㄴ. 봄철 남고북저형 기압계에서 서풍이 불 때는 강풍특보와 건조특보가 함께 발효되기도 한다.
- ㄷ. 겨울철 북서풍이 불 때 해기차에 의해 많은 눈이 내리기도 한다.
- ㄹ. 여름철 서풍이 불 때 밤최저기온이 30℃ 이상으로 나타날 수 있다.

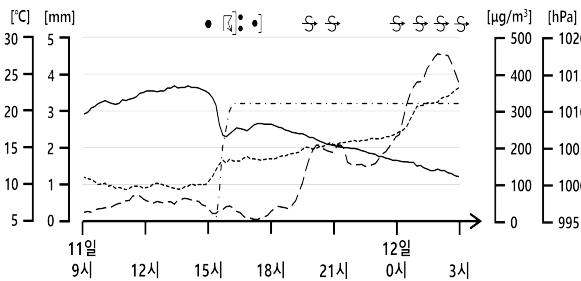
① ㄱ

② ㄴ, ㄷ

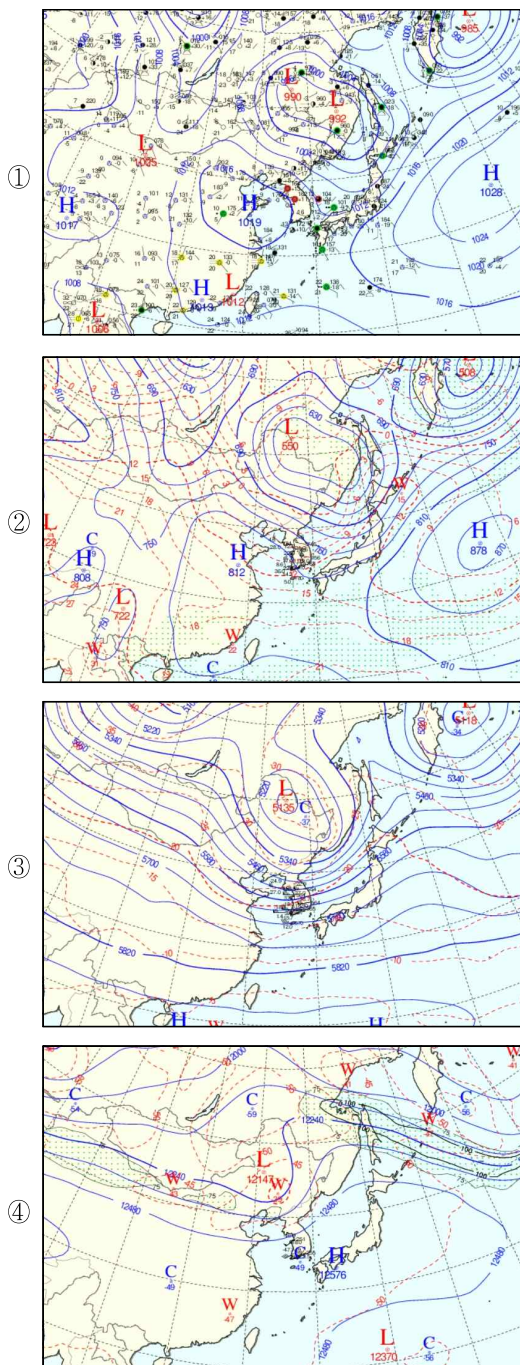
③ ㄴ, ㄹ

④ ㄱ, ㄴ, ㄷ

[문 21 ~ 22] 다음 자료는 우리나라의 어느 관측소에서 관측한 18시간 동안의 기상현상과 네 가지 선으로 나타낸 기온, 해면기압, PM10 농도, 누적강수량(11월 9시 이후)의 시계열이다. 다음 물음에 답하시오.



문 21. 12일 3시의 일기도로 가장 적절하지 않은 것은?

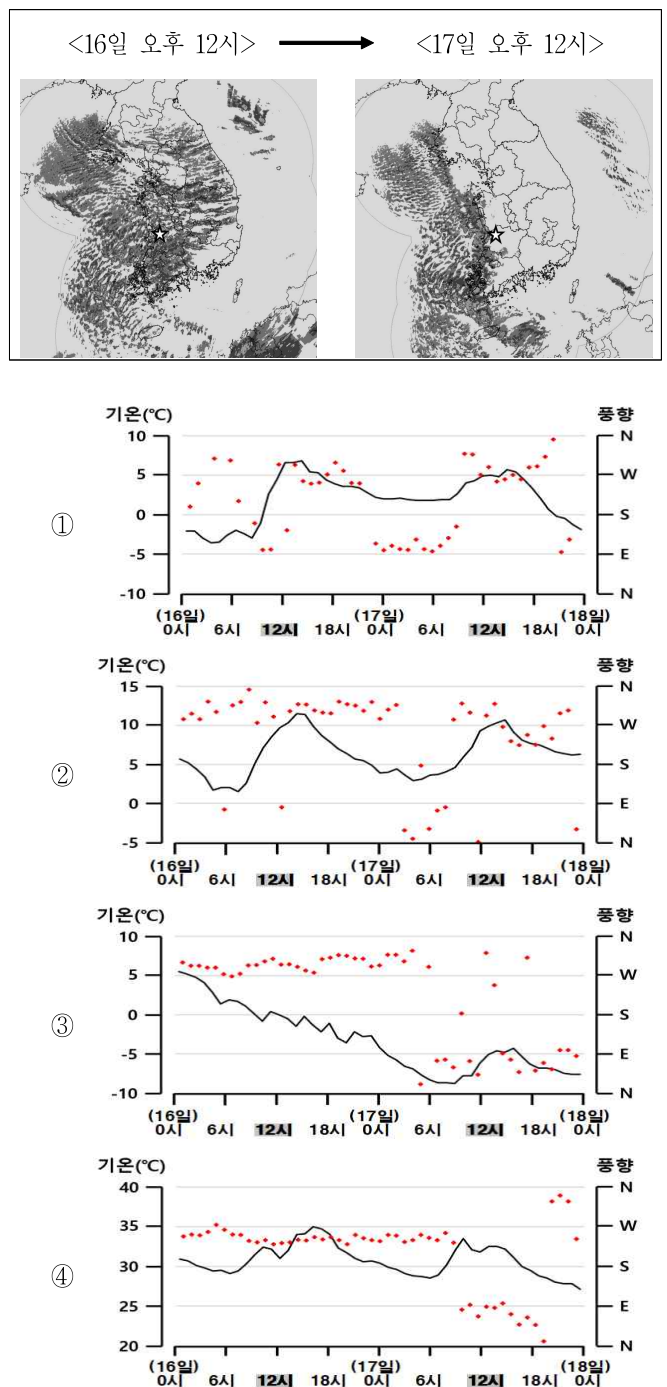


문 22. 시계열 자료를 바탕으로 추론한 것으로 옳은 것만을 모두 고르면?

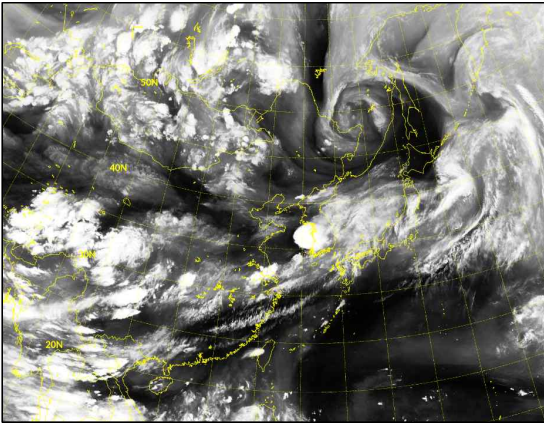
- ㄱ. 실선은 기온이다.
- ㄴ. 11일 15시 전후로 바람의 방향이 바뀌었을 것이다.
- ㄷ. 12일에 황사경보가 발표되었을 것이다.
- ㄹ. 해면기압은 11일 19시에서 20시 사이 급격히 증가하였다.

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

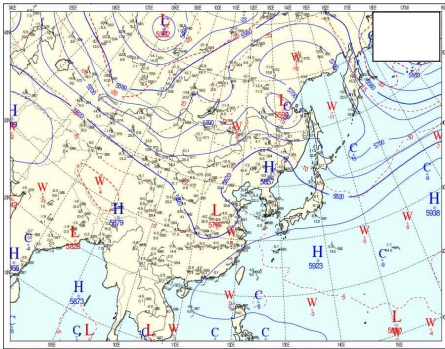
문 23. 다음은 어느 겨울철 24시간 간격의 레이더 영상이다. ☆표시된 지점의 이틀 동안 지상 부근 기온과 풍향의 시계열로 가장 적절한 것은? (단, 시계열 자료에서 실선은 기온, 점은 풍향이다.)



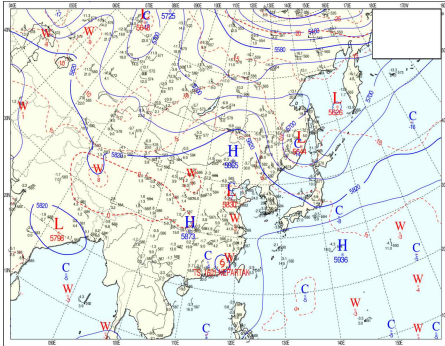
문 24. 다음 수증기영상에 해당하는 시점의 500 hPa 일기도로 가장 적절한 것은?



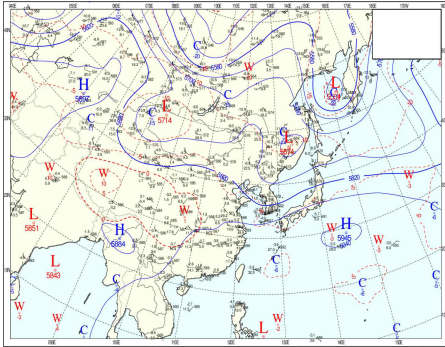
①



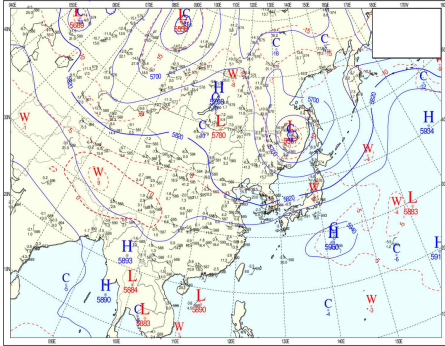
②



③



④



문 25. 우리나라 날씨에 영향을 주는 시베리아고기압(cP)에 대한 일반적인 설명으로 옳은 것만을 모두 고르면?

- ㄱ. 이 고기압이 확장될 때, 기온이 급격히 떨어지고, 서해안 또는 동해안에서는 눈이 내릴 수 있다.
 ㄴ. 주로 12월부터 1월 사이에 가장 강하며, 이후 2월부터 급격히 약화되어 동해안에 강설을 일으키지 않는다.
 ㄷ. 이 고기압이 약화되고 북태평양고기압이 확장되면서 다량의 수증기가 유입되어 한반도에 대설을 유발하기도 한다.

① ㄱ

② ㄱ, ㄴ

③ ㄱ, ㄷ

④ ㄴ, ㄷ

물리기상학

- 문 1. 다음은 어떤 온실기체에 대한 설명이다. 설명에 해당하는 온실기체의 100년 지구온난화 지수(GWP100)와 가장 가까운 값은?

이 온실기체의 전체 배출량 중 상당 부분이 농업 활동을 통해 발생되며, 그 중 질소질 비료 사용에 의해 주로 배출된다. 대기 중 체류시간이 110여 년 정도이며, 주로 성층권에서 제거된다.

- ① 1 ② 27
③ 273 ④ 6,300

- 문 2. 상온에 있는 공기덩이의 포화단열과정(saturated adiabatic process)에서 보존되는 물리량으로 옳은 것만을 모두 고르면?
(단, 얼음은 생성되지 않는다고 가정한다.)

ㄱ. 습구온위(wet-bulb potential temperature)
ㄴ. 상당온위(equivalent potential temperature)
ㄷ. 가온위(virtual potential temperature)

- ① ㄱ, ㄴ ② ㄱ, ㄷ
③ ㄴ, ㄷ ④ ㄱ, ㄴ, ㄷ

- 문 3. 한랭구름(cold cloud)에서 강수 입자의 성장을 설명하는 과정으로 옳은 것만을 모두 고르면?

ㄱ. 상고대화(riming) 과정
ㄴ. 베르게론-핀다이젠(Bergeron-Findeisen) 과정
ㄷ. 부착(aggregation) 과정

- ① ㄱ ② ㄱ, ㄴ
③ ㄴ, ㄷ ④ ㄱ, ㄴ, ㄷ

- 문 4. 다음은 대기 중 기체 분자에 의한 산란에 대한 설명 중 일부이다. (가) ~ (다)에 들어갈 말을 바르게 연결한 것은?

일출과 일몰 시 하늘이 붉게 보이는 이유는 태양 빛이 대기를 더 (가) 통과하면서 (나)의 빛은 대부분 산란되어 지표에 도달하지 못하고, (다)의 붉은 빛이 우세하게 도달하기 때문이다.

- | | (가) | (나) | (다) |
|---|-----|-------|-------|
| ① | 길게 | 짧은 파장 | 긴 파장 |
| ② | 길게 | 긴 파장 | 짧은 파장 |
| ③ | 짧게 | 짧은 파장 | 긴 파장 |
| ④ | 짧게 | 긴 파장 | 짧은 파장 |

- 문 5. 등온과정에서 공기덩이의 부피가 V_1 에서 V_2 로 변할 때, 공기덩이가 외부에 한 일(W)로 옳은 것은? (단, 공기덩이는 이상기체라고 가정하며, P 는 압력, V 는 부피, R 은 보편 기체상수, T 는 온도, n 은 몰 수이다.)

- ① $W = nRT \ln\left(\frac{V_1}{V_2}\right)$
② $W = nRT \ln\left(\frac{V_2}{V_1}\right)$
③ $W = \frac{nR}{T} \ln\left(\frac{V_1}{V_2}\right)$
④ $W = \frac{nR}{T} \ln\left(\frac{V_2}{V_1}\right)$

- 문 6. 규모고도(scale height)가 10 km인 대기의 조성이 균질한 등온대기에서, 지표의 공기 밀도는 1 kg m^{-3} 이고 특정 파장의 질량 흡수계수(mass absorption coefficient)는 $10^{-5} \text{ m}^2 \text{ kg}^{-1}$ 으로 일정할 때, 이 과정에서 연직 방향의 대기 전체 흡수율은 얼마인가?
(단, 복사는 지표면에 수직으로 입사하고 대기에 의한 반사와 산란은 무시한다.)

- ① $e^{-0.1}$ ② $e^{-0.01}$
③ $1 - e^{-0.1}$ ④ $1 - e^{-0.01}$

- 문 7. 복사와 관련된 설명으로 옳은 것만을 모두 고르면?

ㄱ. 1차 무지개(primary rainbow)는 빛이 수적에서 총 2번의 굴절과 1번의 반사를 거쳐 생성된다.
ㄴ. 지구복사에너지가 주로 방출되는 파장은 가시광선 영역에 위치한다.
ㄷ. 자외선 C(UV-C)는 지구대기를 투과하여 대부분 지표에 도달한다.
ㄹ. 어느 파장에서 에어로졸의 단일산란알베도 값이 0.6이면, 그 파장에서 에어로졸의 산란계수는 흡수계수의 1.5배이다.

- ① ㄱ, ㄴ ② ㄱ, ㄷ
③ ㄱ, ㄹ ④ ㄷ, ㄹ

- 문 8. 다음은 대기경계층 연직구조 중 일부에 대한 설명이다. 해당하는 층으로 옳은 것은?

일반적으로 맑은 날 야간에 나타나며 다음 날 일출 후 파괴되는 층이다. 안정도는 중립 상태이며, 대기오염물질이 이 층 안에 남아 있는 경우 일출 후 지표 부근 오염물질의 농도에 급격한 변화를 줄 수 있다.

- ① 안정경계층(stable boundary layer)
② 자유대기(free atmosphere)
③ 잔류층(residual layer)
④ 대류혼합층(convective mixed layer)

문 17. 건조공기로 이루어진 정역학 평형상태인 등온대기에서 1000 hPa과 500 hPa 사이의 기온이 27 °C라 할 때, 1000 hPa과 500 hPa 사이의 대기층 두께와 가장 가까운 값은? (단, 이상기체이고, 기체상수 $R = 287 \text{ J K}^{-1} \text{ kg}^{-1}$, 중력가속도 $g = 10 \text{ m s}^{-2}$ 이며, $\ln 2$ 는 0.7로 근사한다.)

- ① 6,000 m ② 6,027 m
③ 6,049 m ④ 6,063 m

문 18. 구름 없이 맑은 날 지구대기 상한으로 들어오는 태양복사에너지가 240 W m^{-2} 이고, 태양복사에 대한 지구대기의 흡수율을 0.1, 지표면에서 방출하는 지구복사에 대한 지구대기의 흡수율을 0.8이라고 할 때, 지표면이 방출하는 복사에너지의 값은? (단, 지표면은 흑체이며 지구대기에 의한 산란과 반사는 무시한다. 또한 지구는 복사평형을 이루고 있으며 지구대기는 단일층으로 구성되어 있다고 가정한다.)

- ① 370 W m^{-2} ② 380 W m^{-2}
③ 390 W m^{-2} ④ 400 W m^{-2}

문 19. 뇌전 현상에 대한 설명으로 옳은 것만을 모두 고르면?

- ㄱ. 번개는 온난구름(warm cloud)에서 발생하기 어렵다.
ㄴ. 낙뢰에서 방출되는 전자기파가 3개 이상의 관측지점에 도달하는 시간 차이를 이용한 도달시간차방식(time of arrival, TOA)을 통하여 낙뢰의 위치를 추정할 수 있다.
ㄷ. 낙뢰는 대체로 구름의 상층부에 위치한 양전하가 지면으로 방전될 때 발생한다.

- ① ㄱ ② ㄱ, ㄴ
③ ㄴ, ㄷ ④ ㄱ, ㄴ, ㄷ

문 20. 다음 식은 수증기의 응결에 의한 수적 형성 과정의 깁스에너지 변화 $\Delta G(r)$ 을 나타낸 것이다. 이에 대한 설명으로 옳은 것만을 모두 고르면?

$$\Delta G(r) = 4\pi r^2 \sigma - \frac{4}{3}\pi r^3 \rho_l R_v T \ln S$$

r : 수적의 반지름, σ : 물의 표면장력, ρ_l : 물의 밀도,
 R_v : 수증기 기체상수, T : 온도, S : 평면의 물에 대한 포화비

- ㄱ. 우변의 첫 번째 항은 표면 항(surface term), 두 번째 항은 부피 항(volume term)을 나타낸다.
ㄴ. 과포화 상태의 공기에서 $\Delta G(r)$ 이 최댓값일 때의 수적의 반지름을 임계반경(critical radius)이라고 한다.
ㄷ. 과포화 상태의 공기에서 수적의 반지름이 임계반경을 초과하여 증가할 때, $\Delta G(r)$ 이 감소하므로 수적이 자발적으로 성장한다.
ㄹ. 과포화 상태의 공기에서 S 가 커질수록 임계반경도 커진다.

- ① ㄱ, ㄴ ② ㄱ, ㄹ
③ ㄱ, ㄴ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ, ㄹ

문 21. 대기경계층에 대한 설명으로 옳은 것만을 모두 고르면?

- ㄱ. 자유대기(free atmosphere)에서는 기온의 일변화가 작게 나타난다.
ㄴ. 전선(front) 근처에서는 대기경계층을 뚜렷하게 정의하기 어렵다.
ㄷ. 주간에 지면으로부터 대기로 방출되는 잠열플럭스(latent heat flux)와 현열플럭스(sensible heat flux)는 흐린 날보다 맑은 날에 더 큰 경향이 있다.

- ① ㄱ, ㄴ ② ㄱ, ㄷ
③ ㄴ, ㄷ ④ ㄱ, ㄴ, ㄷ

문 22. 난류운동에너지(turbulent kinetic energy) 방정식에서 난류운동 에너지를 생성 또는 제거하지 않는 것은?

- ① 난류수송(turbulent transport)
② 난류소산(turbulent dissipation)
③ 부력생성(buoyant production)
④ 시어생성(shear production)

문 23. 기상레이더에 대한 설명으로 옳은 것만을 모두 고르면?

- ㄱ. 현재 기상청에서 현업 운영 중인 S밴드 레이더는 총 10대이다.
ㄴ. 레이더가 집중호우, 태풍 등 강한 강수로 젖어있는 경우 강우강도의 과대 추정 요인이 되기도 한다.
ㄷ. 대류운의 발달 정도를 판단하는 데 CMAX 영상을 활용할 수 있다.

- ① ㄱ ② ㄱ, ㄷ
③ ㄴ, ㄷ ④ ㄱ, ㄴ, ㄷ

문 24. 지상에 위치한 공기덩이의 혼합비가 증가함에 따라 그 공기덩이의 포화단열감률 값은 어떻게 변화하는가? (단, 공기덩이의 위치는 변하지 않는다.)

- ① 증가 ② 감소
③ 일정 ④ 증가하다 일정

문 25. 온난구름(warm cloud)에서의 수적 성장에 대한 설명으로 옳은 것만을 모두 고르면?

- ㄱ. 확률채집(stochastic collection)모델이 연속채집(continuous collection)모델보다 수적크기분포(droplet size distribution)를 더 넓게 모의한다.
ㄴ. 유입된 건조공기의 비균질 혼합은 수적크기분포를 넓게 만들 수 있다.
ㄷ. 충돌효율(collision efficiency)은 1보다 클 수 없다.
ㄹ. 두 수적의 크기 차이가 커질수록 충돌효율은 항상 증가한다.

- ① ㄱ, ㄴ ② ㄱ, ㄷ
③ ㄴ, ㄹ ④ ㄷ, ㄹ