


기상직 7급 국가공무원 공개경쟁채용 제2차 시험

| 3과목전공 |

응시번호
성명

문제책형
나

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(나형)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 시험종료 후 가지고 갈 수 있습니다.
	정답공개 및 이의제기 <ol style="list-style-type: none"> 1. 정답공개 일시: 정답 가안 10.17.(월) 14:00 / 최종 정답 10.24.(월) 18:00 2. 정답공개 방법: 기상청 홈페이지(www.kma.go.kr) → [알림·소식] → [채용] 3. 이의제기 기간: 10.17.(월) 18:00 ~ 10.19.(수) 18:00 4. 이의제기 방법: 「기상청 채용시스템」 내 「이의제기」 란에 신청 <p>※ 물리학개론 정답공개 및 이의신청은 인사혁신처 일정에 따릅니다.</p>

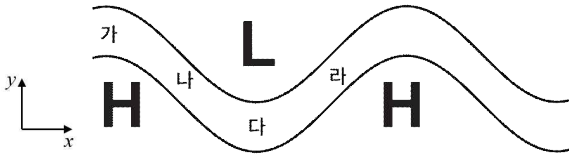
기상역학

문 1. 연직 좌표계 중 등압 좌표계에 대한 설명으로 옳은 것을 모두 고르면?

- ㄱ. 정역학 근사를 이용하여 등고도 좌표계를 등압 좌표계로 바꿀 수 있다.
 ㄴ. 수평 기압경도력의 항은 밀도의 함수가 아니다.
 ㄷ. 연속 방정식에서 유체의 밀도를 고려하지 않는다.

- ① ㄱ ② ㄱ, ㄴ ③ ㄴ, ㄷ ④ ㄱ, ㄴ, ㄷ

문 2. 다음 그림은 북반구 중위도 500hPa의 지위고도(Geopotential height)장을 간략히 표현한 것이다. 준지귤 이론을 고려할 때, 실제 바람이 지귤풍보다 약하게 관측되는 지점은?



- ① 가 ② 나 ③ 다 ④ 라

문 3. 열대 태평양 지역의 워커순환(Walker circulation)에 대한 설명으로 옳은 것을 모두 고르면?

- ㄱ. 워커순환의 강도는 동서방향의 해면기압경도로 정의할 수 있다.
 ㄴ. 라니냐 발생 시 워커순환의 강도는 평년보다 강해진다.
 ㄷ. 워커순환의 강도가 평년보다 강할 때 동태평양 연안의 용승 강도도 강하다.
 ㄹ. 워커순환의 강도가 평년보다 약해지면 대체적으로 겨울철 한반도 부근의 기온이 평년보다 낮아진다.

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

문 4. 전향력에 대한 설명으로 옳지 않은 것은? (단, 곡률효과는 무시한다.)

- ① 적도에서 수직상승하는 물체는 전향력에 의해 서쪽으로 휘게 된다.
 ② 남반구에서 남쪽으로 이동하는 물체는 전향력에 의해 동쪽으로 휘게 된다.
 ③ 풍속이 0이 아닌 동일한 크기와 방향의 수평바람에 대해 전향력의 크기가 가장 큰 곳은 극지역이다.
 ④ 북반구에서 자유낙하하는 물체는 서쪽으로 휘게 된다.

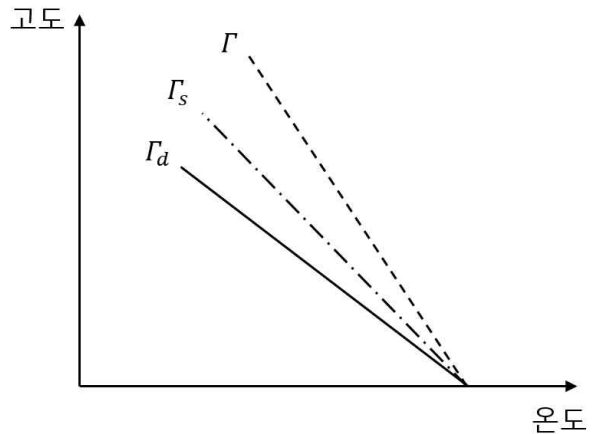
문 5. 지점 A로부터 북쪽으로 36km 떨어진 관측지점의 온도가 A에 비하여 3℃ 낮게 관측되었다. 북풍이 20m/s로 불고, A에서 북사에 의해 온도가 시간당 1℃ 증가하고 있다고 할 때, A의 온도 증감률을 바르게 계산한 것은?

- ① 시간당 5℃ 감소
 ② 시간당 4℃ 감소
 ③ 시간당 3℃ 감소
 ④ 시간당 2℃ 감소

문 6. 북반구에서의 온도풍에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

- ① 온도의 수평경도가 존재할 때, 지귤풍은 반드시 연직 시어를 갖는다.
 ② 등압면에서 온도풍의 방향은 수평온도경도 방향에 수직이다.
 ③ 특정 등압면에서 남북방향 온도경도의 크기가 같다면 온도풍은 고위도로 갈수록 강해진다.
 ④ 수평바람의 방향이 고도가 높아질수록 반시계방향으로 변한다면, 한랭이류가 있다고 유추할 수 있다.

문 7. 다음 그림은 단열감률선들과 어느 지점의 실제 기온분포선이다. 이 지점에서 온위(Potential temperature)의 연직 분포에 대한 설명으로 옳은 것은? (단, Γ_d 와 Γ_s 는 각각 건조단열감률선, 포화단열감률선을 의미하며, Γ 는 실제 기온분포선이다.)

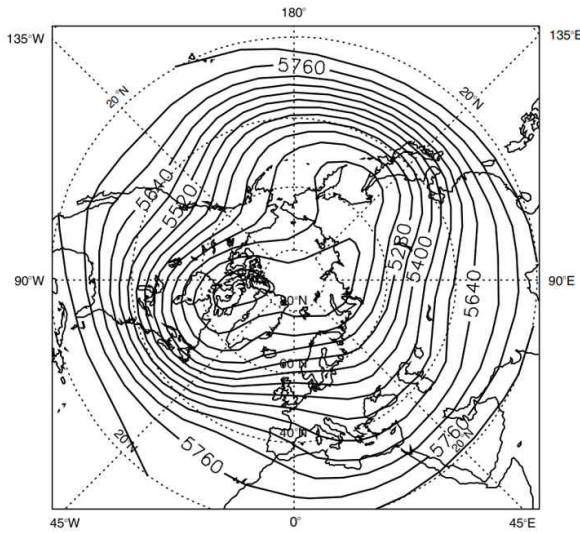


- ① 고도 증가에 따라 온위가 증가한다.
 ② 고도 증가에 따라 온위가 감소한다.
 ③ 고도에 관계없이 온위가 일정하다.
 ④ 알 수 없다.

문 8. 순압대기에서 로스비파(Rossby wave)에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

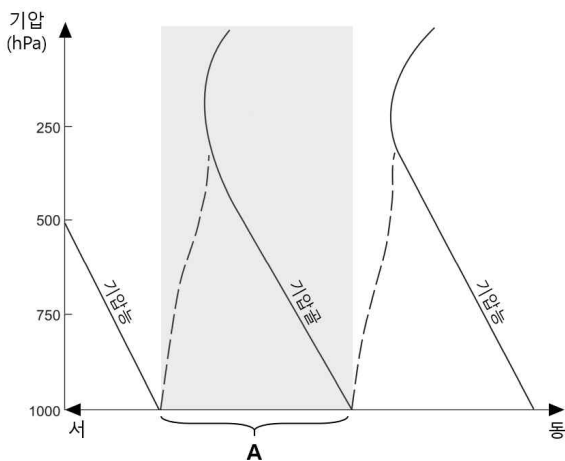
- ① 코리올리 매개변수(Coriolis parameter)가 위도에 따라 변하지 않으면 로스비파는 발생하지 않는다.
 ② 고위도로 갈수록 로스비파의 위상속도는 빨라진다.
 ③ 로스비파의 파장이 짧을수록 위상속도는 느려진다.
 ④ 로스비파는 분산파이다.

문 9. 다음 그림은 장기간 평균된 북반구 겨울철 500hPa 지위고도장이다. 이에 대한 설명 중 옳지 않은 것은?



- ① 지위고도의 구조가 경도방향으로 뚜렷하게 다른 원인은 대륙과 해양의 분포 때문이다.
- ② 아시아 대륙과 아메리카 대륙 동쪽에 기압골이 뚜렷하게 위치하고 있다.
- ③ 가장 강한 제트스트리크(Jet streak)는 아시아 대륙 동쪽에 위치한 기압골의 결과이다.
- ④ 지위고도장의 남북 경도의 방향은 기온의 동서 경도의 방향에 의해 결정된다.

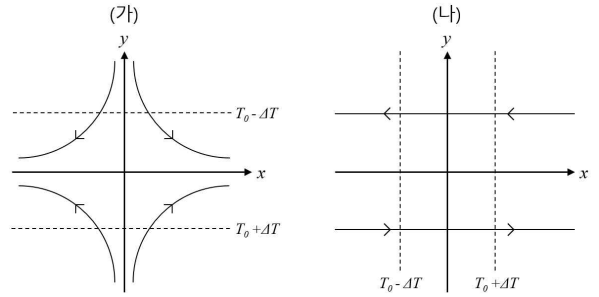
문 10. 다음 그림은 발달하는 종관규모 요란에 대한 온도이류와 상층 지위고도 경향의 관계를 보여주는 동서 방향 연직 단면 모식도이다. A 구역에 대한 설명으로 옳은 것을 모두 고르면?



- ㄱ. 하부 대류권에서 한랭이류가 나타난다.
- ㄴ. 500hPa 지위고도 경향의 부호는 +이다.
- ㄷ. 파선은 기온의 한랭 축을 의미한다.

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

문 11. 다음 그림은 전선발생(Frontogenesis)과 관련된 두 가지 주요 과정의 모식도이다. 이에 대한 설명으로 옳은 것을 모두 고르면? (단, 실선과 파선은 각각 유선과 등온선을 의미한다.)



- ㄱ. (가)는 수평 늘림 변형에 의한 과정이고, (나)는 수평 시어 변형에 의한 과정이다.
- ㄴ. (가)에서 온난역과 한랭역의 위치가 서로 바뀌어도 전선 발생의 결과는 같다.
- ㄷ. (나)에 의해 한랭전선에서는 전선 소멸이 나타난다.

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

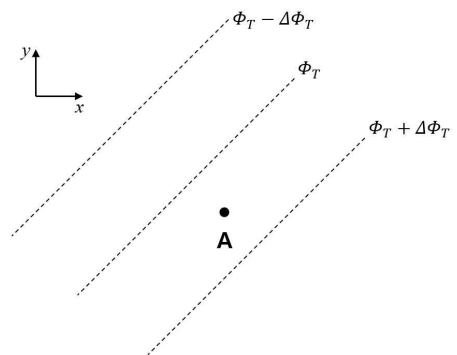
문 12. 다음은 대기 중 난류운동에너지(Turbulent Kinetic Energy, TKE) 방정식이다.

$$\frac{\overline{D}(TKE)}{Dt} = MP + BPL + TR - \varepsilon$$

이에 대한 설명으로 옳지 않은 것은? (단, MP 는 기계적 생성, BPL 은 부력에 의한 생성 및 소실, TR 은 기압에 의한 제분포, ε 은 난류에 의해 최소 규모로 소산되는 변화율이다.)

- ① TKE는 연직 시어 및 부력에 의해 생성된다.
- ② 연직 시어에 의한 TKE는 고도가 높아지면서 수평 바람이 변화하면 항상 TKE를 발생시킨다.
- ③ 대기 질량의 중심이 낮아지는 운동에 의해서 TKE가 감소한다.
- ④ ε 은 난류가 발생하면 항상 존재한다.

문 13. 다음 그림은 북반구 어느 영역에서 500hPa과 1000hPa에서의 지위 차이(Φ_T)를 간략히 나타낸 것이다. 지점 A에서 예상되는 온도풍의 방향을 가장 바르게 표현한 것은?



- ① ↖
- ② ↗
- ③ ↘
- ④ ↙

문 14. 열대 지역 상층 대기에서 나타나는 준2년주기진동(Quasi-Biennial Oscillation, QBO)에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

- ① 경도 평균(Meridional mean)한 동서 바람의 방향이 준2년 주기로 바뀐다.
- ② 고도 23km~30km에서 진동의 진폭이 크게 감쇄한다.
- ③ 진동의 강제력은 켈빈파(Kelvin wave)와 로스비-중력파이다.
- ④ 적도 β 평면에서 온도풍 관계로 진동이 설명된다.

문 15. 다음 중 지균풍과 비지균풍에 대한 설명으로 옳은 것을 모두 고르면? (단, 준지균풍의 f 평면을 가정한다.)

- ㄱ. 등압면에서 지균풍(\vec{V}_g)은 지위(Φ)의 경도를 활용하여 $\vec{V}_g = \frac{1}{f} \vec{k} \times \nabla_p \Phi$ 로 표현 가능하다.
- ㄴ. 등압면에서 비지균풍(\vec{V}_a)은 지균풍의 가속성분을 활용하여 $\vec{V}_a = \frac{1}{f} \vec{k} \times \frac{D_g \vec{V}_g}{Dt}$ 로 표현 가능하다.
- ㄷ. 종관규모에서는 지균풍에 대한 비지균풍의 비율이 로스비수(Rossby number)보다 훨씬 큰 것으로 알려져 있다.

- ① ㄱ ② ㄱ, ㄴ ③ ㄴ, ㄷ ④ ㄱ, ㄴ, ㄷ

문 16. 다음은 어느 지점에서 연직으로 수평바람을 관측한 자료이다. 한랭이류가 존재하는 층은?

고도	풍향	풍속
1000hPa	270°	2m/s
850hPa	225°	8m/s
750hPa	270°	25m/s
500hPa	315°	35m/s

- ① 1000hPa~850hPa
- ② 850hPa~750hPa
- ③ 850hPa~500hPa
- ④ 750hPa~500hPa

문 17. 다음은 동서방향의 지균풍만 있을 때 북반구 중위도를 중심으로 남북진동하는 공기덩이를 지배하는 방정식이다.

$$\frac{Dv}{Dt} = \frac{D^2}{Dt^2}(\delta y) = -f(f - \frac{\partial u_g}{\partial y})\delta y = -f \frac{\partial M}{\partial y} \delta y$$

이에 대한 설명으로 옳지 않은 것은? (단, δy 는 공기덩이의 남북변위, M 은 절대운동량이다.)

- ① δy 의 일반해는 지균풍 절대소용돌이도의 부호에 따라 바뀐다.
- ② 지균풍 절대소용돌이도가 양수이면 관성 안정 상태이다.
- ③ 지균풍 절대소용돌이도가 음수이면 남북 진동한 공기덩이는 제자리로 돌아온다.
- ④ 지균풍 절대소용돌이도가 관성 안정이더라도 대칭 불안정일 수 있다.

문 18. 엘니뇨 시기 열대 지역의 대기와 해양의 변화 특징으로 옳지 않은 것은?

- ① 열대 태평양 지역의 무역풍이 약화된다.
- ② 중태평양 지역의 방출장파복사(OLR)는 감소하고, 서태평양 지역의 방출장파복사는 증가한다.
- ③ 동태평양과 서태평양의 해수면 높이 차이가 커진다.
- ④ 서태평양 해수면의 온난역이 동쪽으로 확장된다.

문 19. 다음 중 대기 대순환과 관련된 로렌츠(Lorenz) 에너지 순환 과정에서 평균 가용잠재에너지(Mean available potential energy)를 에디 가용잠재에너지(Eddy available potential energy)로 전환시키는 과정은? (단, 중위도 β 평면에서의 준지균풍을 가정한다.)

- ① 지표면과 내부 마찰
- ② 에디 내에서의 연직 운동
- ③ 적도 지역의 비단열 가열과 극 지역의 비단열 냉각
- ④ 경압 에디에 의한 따뜻한 공기의 극 방향 수송과 차가운 공기의 적도 방향 수송

문 20. 분산파에 대한 설명으로 옳은 것을 모두 고르면?

- ㄱ. 위상속도가 파수(Wavenumber)와 함께 변하는 파이다.
- ㄴ. 진동수와 파수와의 관련성을 보인 것을 분산 관계라고 한다.
- ㄷ. 파군(Wave group)이 전파함에 따라 파군의 모양이 일정하게 유지되는 특성을 가지고 있다.
- ㄹ. 경압불안정에 의해 생성되는 종관규모의 대기요란은 분산파의 한 종류이다.

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

문 21. 다음은 지면 근처에서 대기의 정적 안정도가 중립일 경우 고도에 따른 수평 바람 크기를 추정한 식이다.

$$\bar{U}(z) = (u_*/k) \ln(z/z_0)$$

이에 대한 설명으로 옳지 않은 것은? (단, u_* 는 마찰 속도, k 는 von Karman 상수, z 는 지면에서부터 고도, z_0 는 거칠기 길이이다.)

- ① 행성경계층 하부 약 10%까지인 지표층에서만 유효하다.
- ② 지면 근처에서는 연직 난류속이 기압경도력 및 전향력보다 훨씬 크다.
- ③ 지면 근처에서 국지적인 혼합길이(Mixing length)가 고도에 비례하는 성질을 이용한다.
- ④ 잔디밭보다 평평한 모래 바닥에서 z_0 값이 더 크다.

문 22. 북반구 위도 30° 에서 동쪽으로 로켓을 1000m/s 의 속력으로 쏘았다. 이 로켓이 일정한 속력을 유지하며 동쪽으로 1000km 날아갔을 때, 전향력에 의해 남쪽으로 편향된 거리는? (단, $\Omega = 7.2 \times 10^{-5}\text{s}^{-1}$ 이며, 곡률효과는 무시한다.)

- ① 18km
② 36km
③ 72km
④ 144km

문 23. 역학적 대류권계면 접힘(Tropopause folding)은 중위도 지역에서 지상 저기압계의 발생과 발달에 중요한 영향을 미친다. 이러한 현상에 의한 지상 저기압의 발생 및 발달 과정을 순서대로 바르게 연결한 것은?

- ㄱ. 상층 파동 발달
ㄴ. 지상 경압불안정 지역으로 저기압성 순환 형성
ㄷ. 안정한 공기가 등온위면을 따라 대류권계면 아래로 이류
ㄹ. 위치소용돌이도 보존에 의해 절대소용돌이도 증가
ㅁ. 온난이류의 북상과 한랭이류의 남하로 지상 저기압의 발생 및 발달

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

문 24. 산악파(Mountain wave)에 대한 설명으로 옳은 것을 모두 고르면?

- ㄱ. 수평 파수가 스코러 매개변수(Scorer parameter)보다 작을 경우 연직으로 전파될 수 있다.
ㄴ. 안정한 대기에서 고도가 증가할수록 안정도가 크게 감소하는 경우 풍하측에서 풍하파(Lee wave)가 발생할 수 있다.
ㄷ. 프루드수(Froude number)가 1보다 작은 흐름이 산악을 넘으면서 1보다 커지면 풍하측에 매우 강한 바람이 발생할 수 있다.

- ① ㄱ, ㄴ
② ㄱ, ㄷ
③ ㄴ, ㄷ
④ ㄱ, ㄴ, ㄷ

문 25. 다음은 준지균 지위경향 방정식이다.

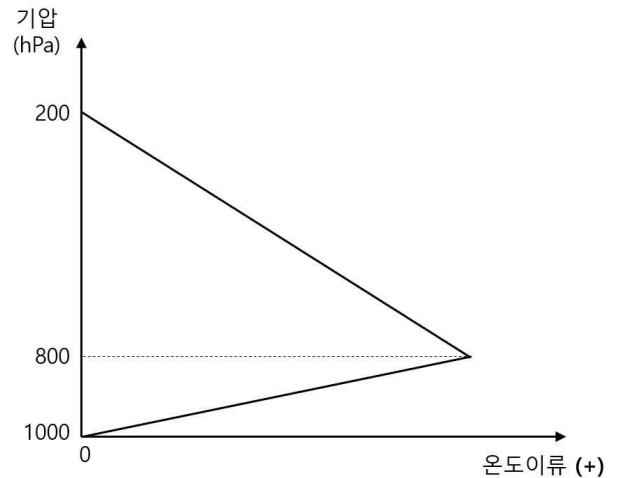
$$\left[\nabla^2 + \frac{\partial}{\partial p} \left(\frac{f_0^2}{\sigma} \frac{\partial}{\partial p} \right) \right] \chi = -f_0 \vec{V}_g \cdot \nabla \left(\frac{1}{f_0} \nabla^2 \Phi + f \right) - \frac{\partial}{\partial p} \left[-\frac{f_0^2}{\sigma} \vec{V}_g \cdot \nabla \left(-\frac{\partial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

$\chi \equiv \frac{\partial \Phi}{\partial t}$: 지위경향(Geopotential tendency),

f_0 : 코리올리 상수, Φ : 지위(Geopotential),

σ : 정적 안정도 상수, \vec{V}_g : 지균풍

어느 한 지점에서 연직으로 관측된 온도이류 분포가 다음 그림과 같을 때, 위 식을 활용하여 관측 결과를 해석한 것으로 가장 옳은 것은? (단, 이 지점에서 σ 값은 양의 상수이며, 소용돌이도 이류는 무시한다.)



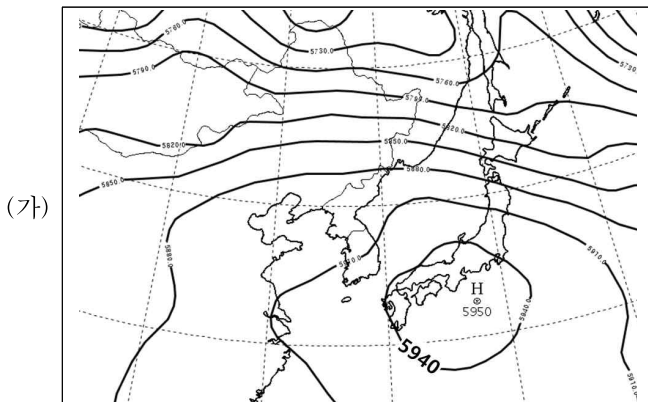
- ① 800hPa~200hPa에서 고도에 따라 온난이류가 감소하므로 해당 층에서의 지위고도가 상승할 것이다.
② 1000hPa~800hPa에서 고도에 따라 온난이류가 증가하므로 해당 층에서의 지위고도가 상승할 것이다.
③ 1000hPa~200hPa에서 온난이류가 존재하므로 해당 층에서의 지위고도가 모두 상승할 것이다.
④ 800hPa에서 온난이류가 가장 크므로 800hPa에서의 지위고도 증가도 가장 클 것이다.

일기분석 및 예보법

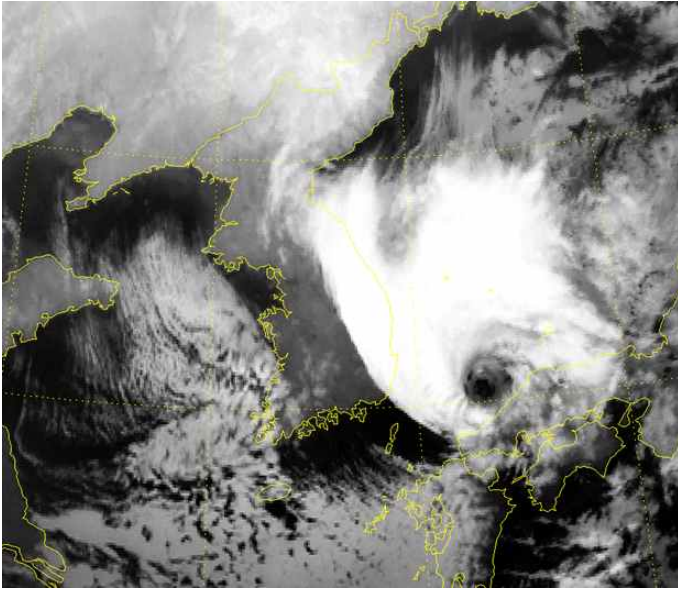
- 문 1. 다음 고층관측자료를 이용하여 계산한 TTI(Total Totals Index)와 KI(K-Index) 값으로 옳은 것은?

기압(hPa)	기온(°C)	이슬점온도(°C)
925	24.2	18.2
850	18.2	14.5
700	8.0	6.2
500	-5.7	-10.2

- TTI KI
- ① 21.3 36.6
- ② 44.1 36.6
- ③ 21.3 38.4
- ④ 44.1 38.4
- 문 2. 다음 그림 (가)는 30gpm 간격의 등고선으로 분석된 500hPa 고도장이다. 이를 참고하여 같은 시각 광주지점(47158) 관측 자료를 기입한 그림 (나)의 기상요소 중 가장 옳지 않은 것은?



문 7. 다음 기상위성의 적외영상에서 보이는 동해상의 저기압 시스템에 대한 설명으로 가장 옳지 않은 것은?



- ① 대류권 중층고도에서 이 저기압의 중심 부근에는 차가운 공기가 위치한다.
- ② 이 저기압의 역학적 대류권계면 고도는 10km보다 높다.
- ③ 이 저기압은 태풍과 유사하게 육지에 상륙하면 약화된다.
- ④ 동해안 지역은 지형 효과가 더해져 강한 강수가 나타날 수 있다.

문 8. 기상청 예보문에 사용하는 용어에 대한 설명으로 옳은 것을 모두 고르면?

- ㄱ. (하늘 상태) 흐림 : 구름이 9~10할의 상태
 ㄴ. (강수) 강한 비 : 시간당 강수량 3mm 이상~10mm 미만
 ㄷ. (파고) 높은 물결 : 유의파고 3m 이상
 ㄹ. (바람) 약간 강한 바람 : 바람의 세기가 4m/s 이상~9m/s 미만

- ① ㄱ, ㄴ ② ㄱ, ㄹ ③ ㄴ, ㄷ ④ ㄱ, ㄷ, ㄹ

문 9. 우리나라에서 발생하는 용오름에 대한 설명으로 가장 옳지 않은 것은?

- ① 일반적으로 지표부근의 하층대기에 따뜻하고 습한 공기가 집중적으로 유입되는 지역에서 발생한다.
- ② 상하층 온도차에 의한 열적 불안정과 연직바람시어로 인한 운동학적 불안정이 필요하다.
- ③ 강한 바람으로 지표면에서 말아 올려진 모래먼지, 물체의 파편, 수적 등을 수반하는 강한 소용돌이를 말한다.
- ④ 호우지역의 후면에 지표부근의 기류가 발산하는 구역이 있어야 한다.

문 10. 기상청에서 사용하는 보조일기도에 대한 설명으로 옳은 것을 모두 고르면?

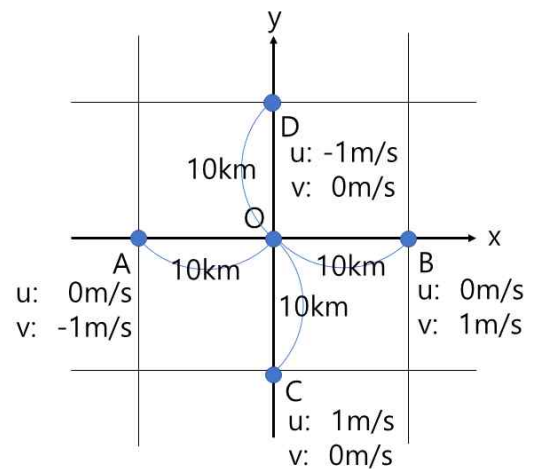
- ㄱ. [850hPa 기온변화] 전선대의 발달과 쇠약, 한랭역과 온난역의 진행 과정을 파악하는데 사용한다.
 ㄴ. [850hPa 수분속] 850hPa 면에서 단위 시간에 단위 면적을 통과하는 수증기량과 이동 방향을 화살표로 나타낸 것으로 그 양은 화살표의 각도에 비례한다.
 ㄷ. [500hPa 고도변화] 상층의 골과 능의 발달 여부를 판단할 수 있고 지상 기압계의 중심과 이동 위치를 예상할 수 있다.
 ㄹ. [층후] 전선 분석에 유용하여 여름철에는 1000hPa-700hPa 층후를, 겨울철에는 1000hPa-850hPa 층후를 주로 사용한다.

- ① ㄱ, ㄷ ② ㄱ, ㄴ, ㄹ ③ ㄷ ④ ㄱ, ㄷ, ㄹ

문 11. 우리나라에서 발생하는 우박에 대한 설명으로 가장 옳지 않은 것은?

- ① 연직바람시어가 강한 조건에서 수적이 강한 상승류를 따라 빙결고도 이상으로 상승했다가 다시 하강하는 과정을 반복하면서 성장한다.
- ② 상층과 하층의 기온차가 큰 봄과 가을에 주로 발생한다.
- ③ 우리나라 우박 발생 유형 중 권계면 접합형은 매우 찬 공기가 500hPa 부근까지 침강하면서 발생하는 것이다.
- ④ 불안정한 대기에서 자주 발생하므로 분석 시에 상층대기 구조의 이해보다 하층대기의 불안정지수를 주로 활용한다.

문 12. 다음 그림에서 지점 O의 상대 소용돌이도(Relative vorticity)로 옳은 것은? (단, 지점 A, B, C, D에서 u와 v는 각각 x와 y 방향의 풍속을 나타내며, 각 격자의 거리는 10km이다.)



- ① $0.5 \times 10^{-4} s^{-1}$ ② $1.0 \times 10^{-4} s^{-1}$
 ③ $2.0 \times 10^{-4} s^{-1}$ ④ $4.0 \times 10^{-4} s^{-1}$

문 13. 우리나라 여름철 강수 예보와 관련된 하층제트에 대한 설명으로 옳지 않은 것을 모두 고르면?

- ㄱ. 우리나라로 유입되는 남서풍 계열의 하층제트는 다량의 수증기를 공급하여 강한 대류성 강수를 발생시키는 주요 원인이다.
 ㄴ. 북쪽으로 이동하던 하층제트는 상층제트의 수렴 구역 하부로 이동한 후 급격하게 상승운동으로 전환된다.
 ㄷ. 여름철 집중호우 발생 시에 하층제트가 동반된 사례가 많다.
 ㄹ. 야간에는 대기경계층의 마찰효과로 하층제트의 발생빈도가 줄어든다.

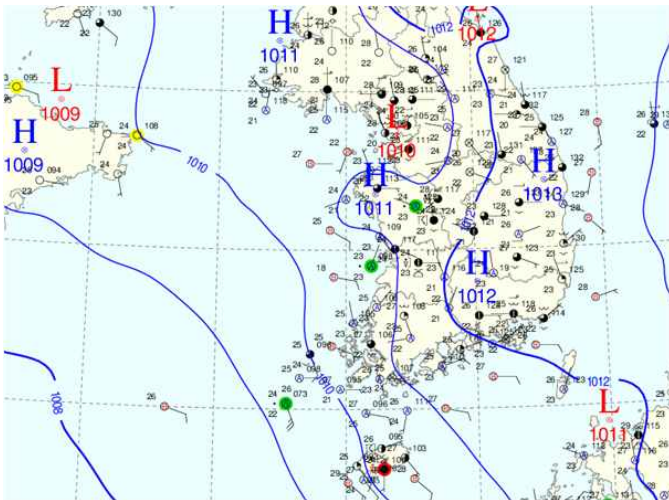
① ㄱ, ㄴ ② ㄴ, ㄷ ③ ㄹ ④ ㄴ, ㄹ

문 14. 다음 그림 (가)와 (나)는 각각 중부지방을 중심으로 뇌전을 동반한 강한 소나기가 내린 사례의 레이더 영상과 한반도 지상일기도이다. 같은 시각 오산지점(47122)에서 관측된 단열선도로 가장 적합한 것은?

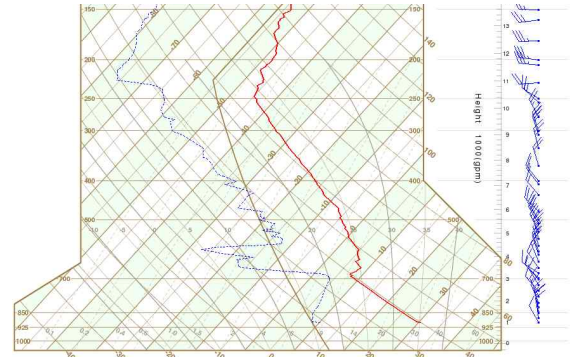
(가)



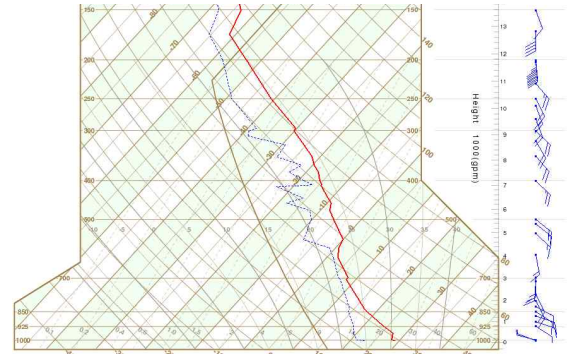
(나)



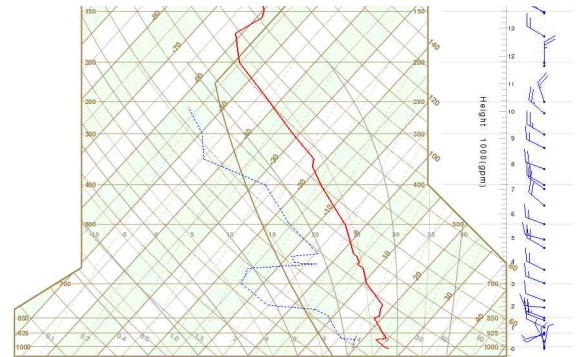
①



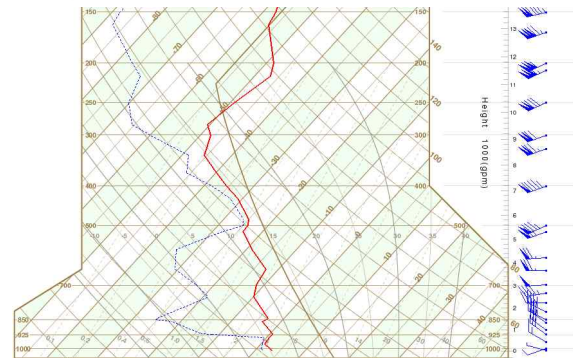
②



③



④



문 15. 다음 중 북반구 중위도 편서풍대의 블로킹(Blocking)에 대한 설명으로 가장 옳지 않은 것은?

- ① 고위도의 상층 기압이 낮아지거나 저위도의 상층 기압이 높아지면 발생할 수 있다.
 ② 상층 고·저기압의 정체로 상층에서 동서바람은 약화되고 남북바람은 강화되는 현상을 말한다.
 ③ 블로킹의 영향권에 있는 지역은 길게는 2주일 이상 특정 일기시스템의 영향을 받는다.
 ④ 일반적으로 오메가(Ω) 형태와 남북으로 고·저기압이 분리된 유형이 있다.

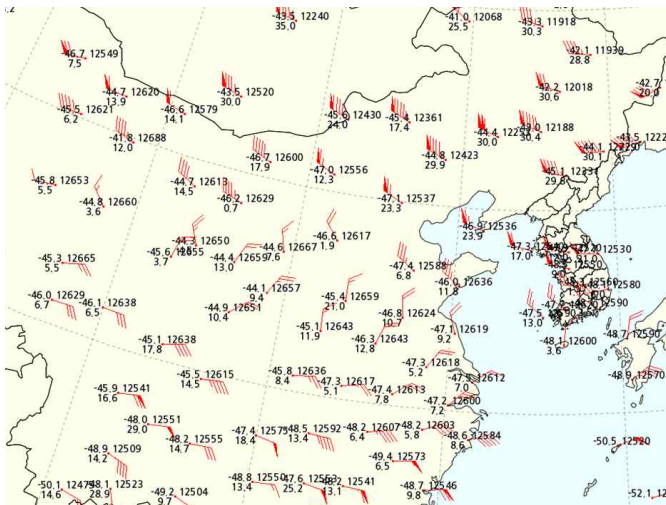
문 16. 다음은 2020년 5월 15일 이후 개선된 태풍정보에 대한 내용이다.
(가)~(다)에 들어갈 말로 옳은 것은?

- 태풍발달 전 단계인 열대저압부 예보 기간 확대 및 태풍 강도 최고 등급 신설
- 태풍으로 발달이 예상되는 열대저압부의 예보 기간을 기존 1일에서 (가)로 확대
- 태풍의 중심 부근의 최대풍속이 (나) 이상인 태풍에 대해 최고 등급 (다) 신설

(가) (나) (다)

- | | | |
|------|----------------|-----|
| ① 5일 | 158km/h(44m/s) | 초강력 |
| ② 5일 | 194km/h(54m/s) | 초강력 |
| ③ 3일 | 194km/h(54m/s) | 초강력 |
| ④ 3일 | 158km/h(44m/s) | 초대형 |

문 17. 다음 일기도에서 우리나라 서쪽의 위도 30~40°N 사이 중국에 위치하는 고기압 시스템에 대한 설명으로 옳은 것을 모두 고르면?



- ㄱ. 대류권계면은 200hPa보다 높은 고도에 위치한다.
- ㄴ. 고기압의 하부에는 키 작은 저기압이 나타난다.
- ㄷ. 고기압 중심 부근은 성층권 침강에 의해 기온이 낮다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄱ, ㄴ, ㄷ

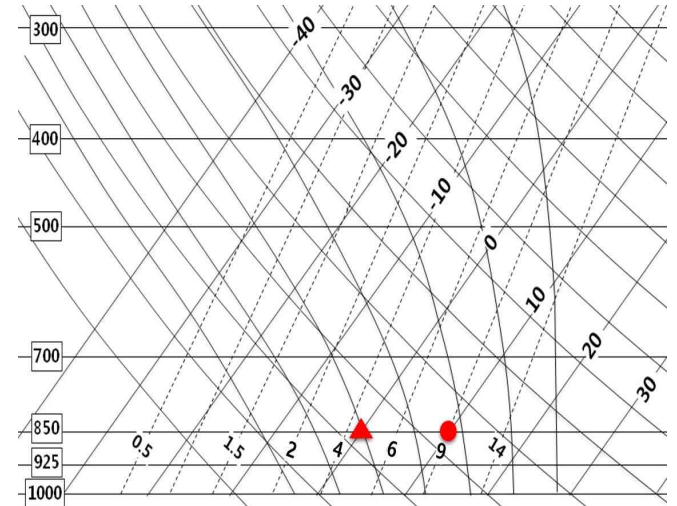
문 18. 뇌전에 대한 설명 중 가장 옳지 않은 것은?

- ① 천둥 소리의 음파가 대기에 의해 굴절 또는 감쇄되어 번개의 섬광은 보이지만 소리가 들리지 않는 경우도 있다.
- ② 번개가 발생하려면 전기적 성질을 보이는 음전하와 양전하 영역이 같은 구름 내에 있어야 한다.
- ③ 번개가 발생하기 좋은 조건은 하층은 따뜻하고 습하며 상층은 차갑고 건조한 분포를 가진 불안정한 대기일 때이다.
- ④ 구름 하부의 대기가 건조할 경우 공기가 도체 역할을 하여 낙뢰가 발생하기 쉽다.

문 19. 지상 관측소 기준으로 상대습도가 50% 이하의 건조한 상태에서 강수가 있을 때, 다음 기상요소 중 그 값이 가장 감소하는 것은? (단, 외부에서 이루어 오는 공기가 없는 상태이다.)

- | | |
|---------|--------|
| ① 이슬점온도 | ② 습구온도 |
| ③ 대류온도 | ④ 상당온도 |

문 20. 다음 단열선도에서 주어진 기온(●)과 이슬점온도(▲)를 이용하여 850hPa 고도에서 수증기압을 계산한 것으로 가장 옳은 것은?



- | | |
|------------|------------|
| ① 약 6.0hPa | ② 약 4.5hPa |
| ③ 약 4.0hPa | ④ 약 2.0hPa |

문 21. 다음 수치예보 수행 과정을 순서대로 바르게 나열한 것은?

- ㄱ. 관측자료 품질검사
- ㄴ. 예보가이드스 생산
- ㄷ. 관측전문 해독
- ㄹ. 수치예보모델 수행
- ㅁ. 객관분석

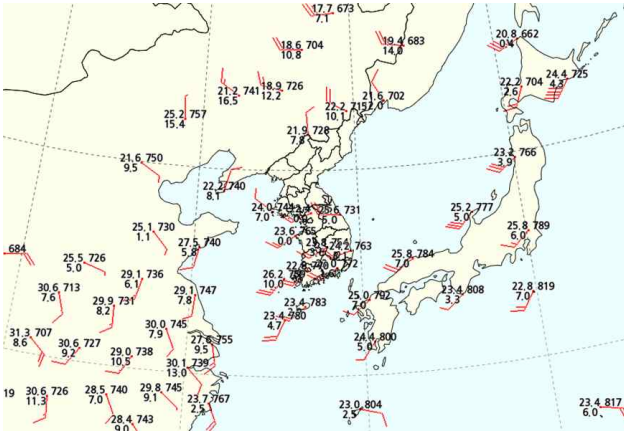
- ① ㄱ-ㄷ-ㅁ-ㄹ-ㄴ
② ㄴ-ㄷ-ㄱ-ㄹ-ㅁ
③ ㄷ-ㄱ-ㄹ-ㅁ-ㄴ
④ ㄷ-ㄱ-ㅁ-ㄹ-ㄴ

문 22. 어느 날 아침에 산출된 SSI(Showalter Stability Index)를 오후 소나기 예측에 활용하고자 한다. 다음 중 SSI의 활용도가 가장 낮은 날씨 상황은?

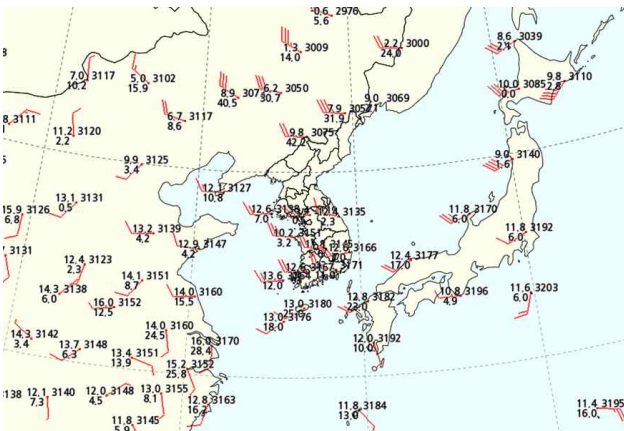
- ① 하층운의 유입으로 흐린 날씨
- ② 하층대기에 수증기량이 많은 경우
- ③ 복사안개가 낀 날씨
- ④ 500hPa 고도에 차가운 공기가 있는 경우

문 23. 다음 중 수도권에 시간당 100mm 이상의 집중호우가 내린 2022년 8월 8일 21시 일기도로 가장 적합하지 않은 것은?

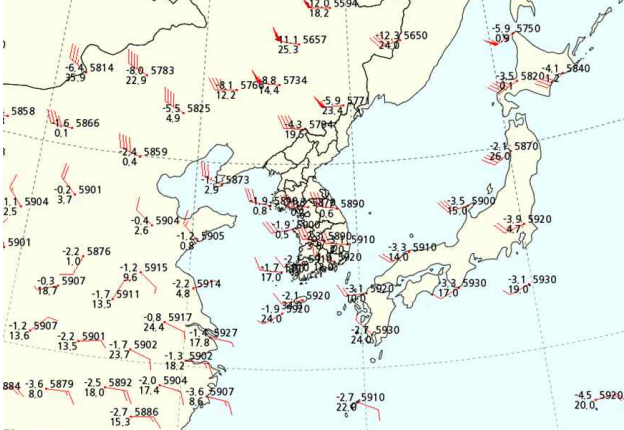
①



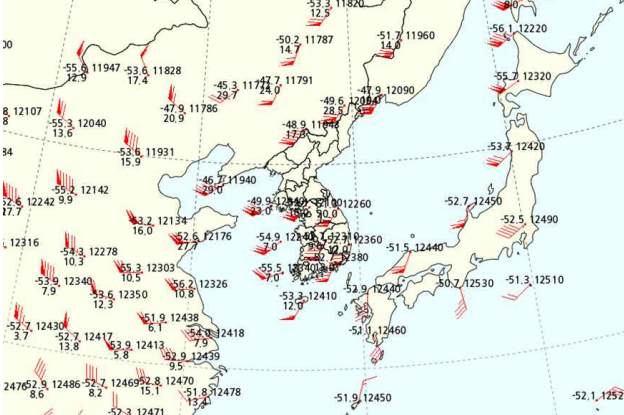
②



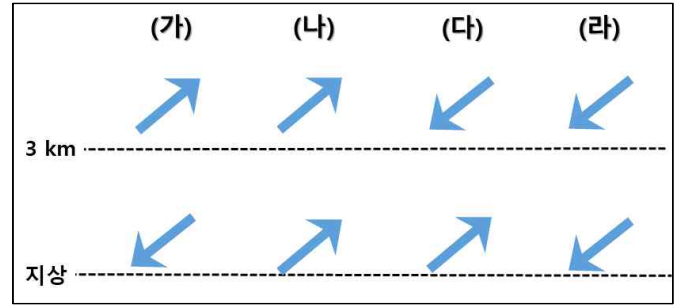
③



④



문 24. 강원동해안에서 지상과 3km 이상 고도의 수평바람이 다음 그림과 같이 분포할 경우, Seeder-feeder의 강수 과정이 발생하기 가장 좋은 조건은?



① (가)

② (나)

③ (다)

④ (라)

문 25. 단열선도에서 상당온도를 구하는 과정에 대한 설명 중 (가)~(다)에 들어갈 말로 옳은 것은?

어떤 기압고도에 있는 공기의 이슬점온도를 지나는 포화혼합비선과 온도를 지나는 건조단열선의 교점인 (가)를 지나는 (나)를 따라 (다)와 평행이 되는 고도까지 상승시킨다. 그 지점을 통과하는 건조단열선을 따라 하강하여 원래의 기압고도의 등압선과 만나는 점의 온도가 상당온도이다.

(가)

(나)

(다)

① 대류응결고도

포화단열선

건조단열선

② 대류응결고도

건조단열선

포화단열선

③ 상승응결고도

포화단열선

건조단열선

④ 상승응결고도

건조단열선

포화단열선

물리기상학

문 1. 다음 중 대기경계층 내의 혼합층에서 고도에 따라 변화가 가장 큰 물리변수는?

- ① 온도 ② 비습 ③ 온위 ④ 운동량

문 2. 리처드슨수(Richardson number)에 대한 설명으로 가장 옳지 않은 것은?

- ① 대기의 안정도를 나타내는 수이다.
 ② 부력의 크기에 비례하고 연직바람시어(Vertical wind shear) 크기에 반비례한다.
 ③ 0.25보다 클 경우 켈빈-헬름홀츠(Kelvin-Helmholtz) 불안정이 나타난다.
 ④ 단위가 없는 무차원 수이다.

문 3. 대기 중 에어로졸에 수증기가 응결하여 구름 수적이 형성되는 과정에 대한 설명으로 가장 옳지 않은 것은?

- ① 라울법칙(Raoult's law)으로 에어로졸의 화학 조성에 따라 수적 형성에 필요한 대기 수증기압이 달라짐을 설명할 수 있다.
 ② 에어로졸이 있을 때 에어로졸이 없는 경우와 비교하여 수적 형성에 필요한 대기 수증기압이 더 높아진다.
 ③ 연무(Haze) 입자의 반경은 임계반경(r_c)보다 작아 안정평형을 이룬다.
 ④ 구름의 수적은 대기 수증기압이 일정할 때에도 응결에 의해 성장할 수 있다.

문 4. 전자기파가 구름입자에 의해 산란될 때 구름입자의 반지름이 두 배로 증가하고 전자기파의 파장이 두 배로 길어진다면 산란되는 에너지의 강도는 어떻게 변하는가? (단, 레일리산란(Rayleigh scattering)만 발생한다고 가정한다.)

- ① 0.5배로 감소
 ② 변동 없음
 ③ 2배로 증가
 ④ 4배로 증가

문 5. 다음 중 주간에 기상위성의 가시영상에서는 어렵게 나타나지만 적외영상에서는 밝게 나타날 수 있는 현상으로 가장 적절한 것은?

- ① 안개 ② 권운 ③ 적설 ④ 적란운

문 6. 가시광선과 대기 중에 존재하는 물질들의 상호 작용으로 발생하는 광학현상들에 대한 설명 중 옳지 않은 것은?

- ① 맑은 하늘이 푸르게 보이는 것은 파장이 짧을수록 공기분자에 의한 산란이 강한 레일리산란으로 설명할 수 있다.
 ② 구름이 하얗게 보이는 것은 구름입자의 미산란(Mie scattering)에 의해 가시광선의 전 파장대에서 전방산란이 강하게 발생하기 때문이다.
 ③ 해무리는 상층의 빙정에 의해 가시광선이 특정방향으로 굴절되어 발생하기 때문에 다양한 크기의 빙정들이 있을 때 잘 나타난다.
 ④ 무지개는 수적에 의한 굴절과 내부 반사에 의해 발생하므로 태양을 등지는 방향에서 관측될 수 있다.

문 7. 다음 중 빙정핵(Ice nucleus)을 이용한 구름씨 뿌리기(Cloud seeding)로 강수를 유발하는 과정에 대한 설명으로 옳은 것을 모두 고르면?

- ㄱ. 구름 상부의 기온이 0°C 이상이어야 강수 유발에 유리하다.
 ㄴ. 빙정핵으로 흡습성 물질(NaCl , CaCl_2 등)이 주로 사용된다.
 ㄷ. 과냉각 수적을 포함한 구름이 있어야 한다.

- ① ㄱ, ㄴ, ㄷ ② ㄱ, ㄴ ③ ㄴ, ㄷ ④ ㄷ

문 8. 다음 중 습윤공기와 관련된 설명으로 옳은 것을 모두 고르면?

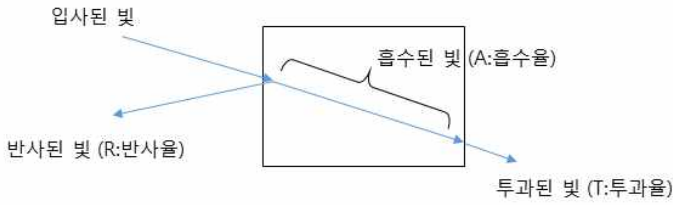
- ㄱ. 가온도(Virtual temperature)는 건조공기와 동일한 압력과 밀도를 가질 때의 온도이다.
 ㄴ. 이슬점온도(Dew point temperature)는 습구온도(Wet-bulb temperature)보다 항상 높다.
 ㄷ. 혼합비(Mixing ratio)는 습윤공기의 총질량에 대한 수증기 질량의 비율로 정의된다.
 ㄹ. 지표면의 온도가 대류온도에 도달하면 대류응결고도는 자유대류고도와 같아진다.

- ① ㄱ, ㄴ ② ㄱ, ㄷ ③ ㄴ, ㄷ ④ ㄱ, ㄷ, ㄹ

문 9. 스토크스법칙(Stokes' law)에 의한 수적의 반지름과 종단속도(Terminal velocity)의 관계로 옳은 것은?

- ① 반지름에 정비례한다.
 ② 반지름에 관계없이 일정하다.
 ③ 반지름에 반비례한다.
 ④ 반지름의 제곱에 비례한다.

문 10. 다음 그림은 빛이 매질에 입사했을 때 일어나는 흡수, 반사, 투과현상을 나타낸 것이다. 이에 대한 설명으로 옳지 않은 것은? (단, 그림에서 A는 흡수율, R은 반사율, T는 투과율을 의미하며 굴절효과는 무시한다.)



- ① 에너지보존법칙에 따라 $A+R+T=1$ 이 성립한다.
- ② 키르히호프법칙(Kirchhoff's law)에 따르면 $A=T$ 이다.
- ③ R은 입사된 빛의 파장과 매질 내 입자의 크기별 비율과 연관이 있다.
- ④ 매질 내 특정 기체의 A에 대한 정보는 해당 기체의 분포를 추정하는데 활용될 수 있다.

문 11. 기상청에서 운영 중인 S-밴드 레이더에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

- ① 비강수 구름입자의 경우 레이더 신호에 의한 전방산란이 후방산란보다 우세하다.
- ② 빗방울에 의한 후방산란의 세기는 전방산란의 세기와 거의 유사한 값을 가진다.
- ③ S-밴드 레이더는 C-밴드 레이더보다 더 긴 파장을 사용한다.
- ④ 레이더 영상에서 밝은 띠(Bright band)가 나타나는 이유는 물의 유전율이 얼음의 유전율보다 크기 때문이다.

문 12. 다음 중 구름 수적의 성장에 대한 설명으로 옳지 않은 것을 모두 고르면?

- ㄱ. 매우 작은 수적을 제외하고 수적의 크기별 분포는 지수 함수적으로 감소하는 경향을 보인다.
- ㄴ. 충돌효율(Collision efficiency)은 항상 1 이하이다.
- ㄷ. 수적으로만 구성된 비구름의 경우, 강수율(Precipitation rate)은 수적크기분포(Droplet size distribution)만의 함수로 결정할 수 있다.
- ㄹ. 작은 수적과 큰 수적이 충돌할 때 큰 수적의 크기가 클수록 충돌효율이 크다.
- ㅁ. 해양성 구름의 수적크기분포가 대륙성 구름보다 그 폭이 더 넓다.

- ① ㄱ, ㄴ ② ㄴ, ㄷ ③ ㄷ, ㄹ ④ ㄷ, ㅁ

문 13. 제3차 기후변화협약 당사국총회에서 채택한 교토의정서에 명시된 6대 온실가스 중 (가)지구온난화지수(Global warming potential)가 가장 큰 온실기체와 (나)실제 지구온난화에 기여도가 가장 큰 온실기체를 바르게 짝지은 것은?

(가)

(나)

- | | |
|--------------------------|-------------------------|
| ① 수소불화탄소(HFCs) | 이산화탄소(CO ₂) |
| ② 수소불화탄소(HFCs) | 메탄(CH ₄) |
| ③ 육불화황(SF ₆) | 이산화탄소(CO ₂) |
| ④ 육불화황(SF ₆) | 메탄(CH ₄) |

문 14. 다음 중 플랑크 함수(Planck function, $B_{\lambda}(T)$)에 대한 설명으로 옳은 것을 모두 고르면?

- ㄱ. 플랑크 함수를 파장에 대해 미분하여 빈(Wien)의 변위법칙을 유도할 수 있다.
- ㄴ. 레일리-진스(Rayleigh-Jeans) 근사법칙으로 빛의 파장이 충분히 긴 경우 복사휘도가 흑체의 온도와 선형관계가 있음을 설명할 수 있다.
- ㄷ. $B_{\lambda}(T)$ 의 단위는 $W\ m^{-2}\ sr^{-1}\ \mu m^{-1}$ 이다.
- ㄹ. 플랑크 함수를 전 파장에 대해 적분한 값은 흑체온도의 4제곱에 비례한다.

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

문 15. 다음 중 난류에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

- ① 난류 흐름의 무작위 특성(Randomness)때문에 난류의 흐름에 대한 결정모델(Deterministic model)을 만들기에 용이하다.
- ② 난류의 운동에너지는 에너지 폭포과정(Energy cascade)을 통해 큰 소용돌이에서 작은 소용돌이로 전달된다.
- ③ 난류에 의한 운동량 수송 과정에서 운동량플럭스(Momentum flux)는 수평속도와 연직속도의 공분산으로 주어진다.
- ④ 레이놀즈수(Reynolds number)는 관성에 의한 힘과 점성에 의한 힘의 비로 정의되며 일반적으로 4000 이상일 경우 난류로 판별된다.

문 16. 다음 표는 불포화상태 대기의 고도에 따른 온도 분포이다. (가)평균기온감률과 해당 공기덩이의 (나)안정도를 올바르게 짝지은 것은? (단, 공기덩이는 불포화상태를 유지한다.)

고도(m)	1000	1500	2000	2500
온도(°C)	25	22	20	17.5

- (가) (나)
- ① 약 5°C/km 안정

② 약 5°C/km 불안정

③ 약 5°C/km 중립

④ 약 7.5°C/km 불안정

문 17. 기체의 전자기와 흡수과정에서 발생하는 흡수선 확장은 지구 대기의 경우 주로 충돌확장(Collision broadening)과 도플러확장(Doppler broadening)의 합으로 나타나며, 각각의 흡수선 확장폭은 다음과 같다.

충돌확장 폭 α_L 는

$$\alpha_L = \alpha_0 \left(\frac{p}{p_0} \right) \left(\frac{T_0}{T} \right)^{1/2}$$

여기서 p 와 T 는 압력과 온도를 첨자 0은 지표면을 나타낸다. 또한, 도플러확장 폭 α_D 는

$$\alpha_D = \frac{V}{c} \left(\frac{2kT}{m} \right)^{1/2}$$

여기서 V , c , k , m 은 각각 기체분자의 운동속도, 빛의 속도, 볼츠만상수(Boltzmann constant), 분자의 질량을 나타낸다.

- 위 식을 이용한 두 확장 특성에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?
- ① α_L 은 고층대기로 갈수록 작아진다.

② α_D 는 고층대기로 갈수록 커진다.

③ 대류권에서의 확장폭의 변화는 온도변화보다는 압력변화에 의해 주로 결정된다.

④ 지구 대기에서 나타나는 실제 흡수선 스펙트럼(Spectrum)의 형태는 이들 확장효과 때문에 고층대기로 갈수록 복잡해진다.

문 18. 대기경계층에서 바람의 연직 성분(w)과 기온(T)은 레이놀즈 분리를 적용하여 표현될 수 있다. (단, 식에서 \overline{w} , \overline{T} 는 평균, w' , T' 은 섭동 성분을 각각 의미한다.)

$$w = \overline{w} + w' \quad T = \overline{T} + T'$$

- 난류를 통계적으로 분석할 때 w 와 T 공분산의 물리적 의미로 옳은 것은?
- ① 난류 강도

② 연직 운동량플럭스

③ 연직 열플럭스

④ 난류운동에너지

문 19. 다음 식은 복사전달을 설명하는 슈와르츠차일드(Schwarzschild) 방정식이다.

$$I_{\lambda}(z_1) = I_{\lambda}(z_0) e^{-\tau_{\lambda}(z_1, z_0)} + \int_{z_0}^{z_1} B_{\lambda} e^{-\tau_{\lambda}(z_1, z)} k_{\lambda} \rho dz$$

- (단, I_{λ} 는 복사휘도, k_{λ} 는 파장 λ 에서의 흡수계수, ρ 는 밀도, z 는 고도, B_{λ} 는 플랑크 함수, τ_{λ} 는 파장 λ 에서의 광학두께이다.) 이 방정식에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?
- ① 고도 z_I 을 대기의 꼭대기(Top of atmosphere), z_0 를 지면이라 가정하면 $I_{\lambda}(z_1)$ 은 위성에서 관측한 복사휘도에 해당한다.

② 우변의 첫 번째 항은 고도 z_0 에서 방출된 에너지가 고도 z_I 까지 도달했을 때의 복사휘도이다.

③ 우변의 두 번째 항은 각 고도에서 방출된 복사휘도가 z_I 까지 도달하는 양으로서 매질의 방출, 흡수 및 산란과정이 포함되어 있다.

④ 맑은 날 기상위성의 적외영상을 분석하는 데 활용된다.

문 20. 단열적으로 연직운동하는 건조공기가 가지는 특징에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

- ① 건조공기의 열역학적 변수는 정역학 방정식과 열역학 제1법칙을 이용하여 구할 수 있다.

② 건조공기의 상승 또는 하강 운동 시 상당온위는 변하지 않는다.

③ 주변 공기에 비해 온도가 높으면 중력가속도와 반대방향의 힘을 받게 된다.

④ 주변 공기와의 열교환이 없으므로 에너지가 보존되어 온도가 변하지 않는다.

문 21. 다음은 지구에서 방출하는 장파복사에너지를 기상위성에서 측정하여 대기의 연직온도 분포를 구하는 과정이다. (가)와 (나)에 들어갈 단어가 적절히 짝지어진 것은?

ㄱ. 지구에서 방출하는 단색복사휘도의 파장별 스펙트럼을 측정한다.

ㄴ. 대기의 창 영역 파장대를 활용하여 (가)를 구한다.

ㄷ. (나)을(를) 알고 있는 기체의 소산계수(Extinction coefficient)를 이용하여 대기의 연직온도 분포를 구한다.

- (가) (나)
- ① 대기의 광학두께 연직밀도 분포

② 지표면 온도 분자량

③ 지표면 온도 연직밀도 분포

④ 대기의 광학두께 분자량

문 22. 다음 각 대기경계층에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

- ① 안정경계층: 현열플럭스, 잠열플럭스, 운동량플럭스가 고도에 따라 변하지 않는다.
- ② 지표경계층: 오브코프 길이(Obukhov length)보다 낮은 고도에서는 난류가 부력보다 바람시어에 의해 더 많이 발생한다.
- ③ 대류경계층: 지표면의 가열로 발달하며 온위가 고도에 따라 거의 일정하다.
- ④ 중립경계층: 주로 바람이 강하게 부는 경우 형성될 수 있다.

문 23. 구름의 발달과정과 강수 현상에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

- ① 구름이 형성되는 메커니즘으로는 태양복사에 의한 지면 차등가열, 전선면에 의한 공기의 강제상승 등이 있다.
- ② 구름 내 크기가 서로 다른 수적이 충돌하여 수적이 성장하는 과정을 충돌-병합과정이라 한다.
- ③ 구름 내 수적과 빙정 간의 포화수증기압 차이로 인해 빙정이 성장하는 과정을 베르게론-핀다이젠(Bergeron-Findeisen) 과정이라 한다.
- ④ 온난구름(Warm cloud)에서 수적이 균일한 크기로 분포할수록 강수형성에 더 유리하다.

문 24. 지표면에서 에너지가 균형을 이루고 있는 상태일 때 지표면에 입사하는 태양복사에너지와 장파복사에너지는 각각 600W m^{-2} 와 400W m^{-2} , 지표면에서 방출하는 장파복사에너지와 잠열플럭스는 각각 520W m^{-2} 와 240W m^{-2} 로 관측되었다. 이 때 보웬비(Bowen ratio)는? (단, 알베도는 0.2라 가정하고 지중열플럭스(Ground heat flux)는 무시한다.)

- ① 0.33 ② 0.5 ③ 0.67 ④ 2.0

문 25. 밀란코비치(Milankovitch)는 지구의 기후변화가 지구 공전궤도 이심률, 자전축의 기울기, 세차운동과 관련이 있다고 설명하였다. 밀란코비치 이론에 대한 설명으로 가장 옳지 않은 것은?

- ① 공전궤도 이심률의 변화에 따라 지구와 태양 사이의 근지점의 위치가 변하며 이에 따라 근지점에서의 태양복사에너지 입사량이 변한다.
- ② 지구의 자전축이 공전면으로 기울어질수록 북반구 중위도에서는 계절에 따른 태양복사에너지 입사량의 변화폭이 증가한다.
- ③ 지구 자전축의 세차운동에 의해 지금부터 약 13000년 이후에는 북반구의 기온 연교차가 줄어든다.
- ④ 기후변화는 태양복사에너지 입사량의 강도 변화보다는 위경도별 분포의 변화에 더 큰 영향을 받는다.