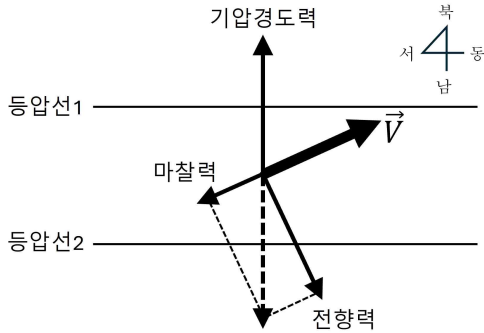


# 기상역학

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?

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

$\nu$ : 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?

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

$\zeta$ : 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  $\beta$  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

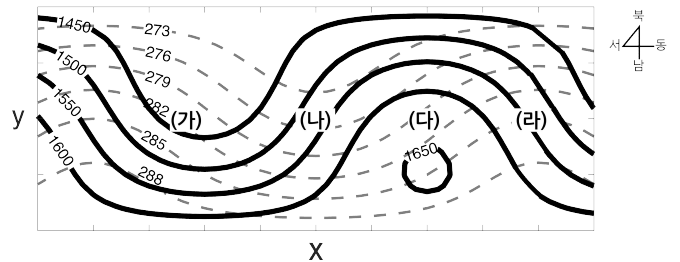
- ① 기압좌표계에서 정역학 평형과 지균풍 균형을 기반으로 유도된다.
- ② 남반구에서 북쪽방향으로 온도가 감소하는 경우 고도가 높아짐에 따라 동풍이 증가해야 한다.
- ③ 북반구에서 동쪽방향으로 온도가 증가하는 경우 고도가 높아짐에 따라 북풍이 증가해야 한다.
- ④ 북반구에서 북쪽방향으로 온도가 감소하는 경우 고도가 높아짐에 따라 서풍이 증가해야 한다.

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?



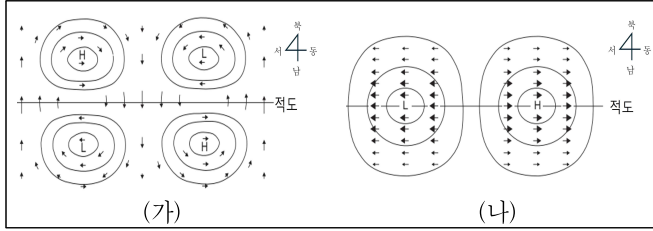
- ① (가)
- ② (나)
- ③ (다)
- ④ (라)

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?

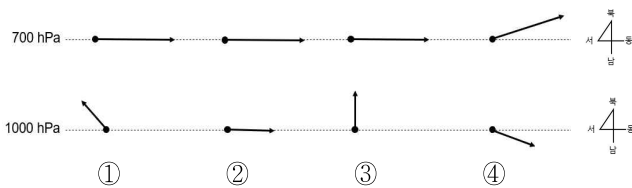


- |   |         |         |
|---|---------|---------|
|   | (가)     | (나)     |
| ① | 동진 중력파  | 켈빈파     |
| ② | 켈빈파     | 동진 중력파  |
| ③ | 켈빈파     | 로스비-중력파 |
| ④ | 로스비-중력파 | 켈빈파     |

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?

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

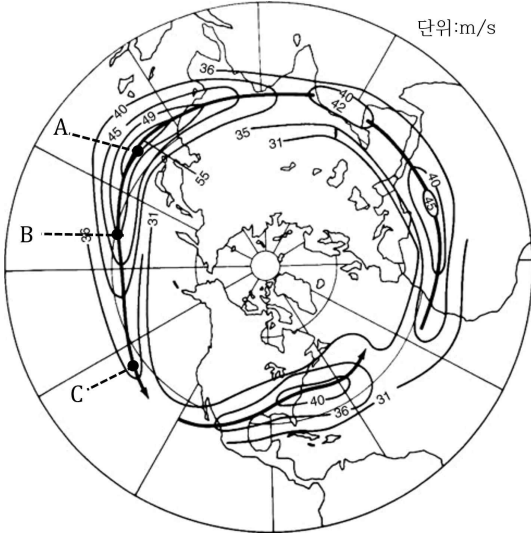
(가)                      (나)

$T$ : 해수면 온도 편차,  $b, c$ : 양의 상수  
 $t$ : 시간,  $\tau$ : 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  $-50^{\circ}\text{C}$  이하로 나타날 때  
 ④ 강한 상승기류가 발생하기 좋은 지형일 때

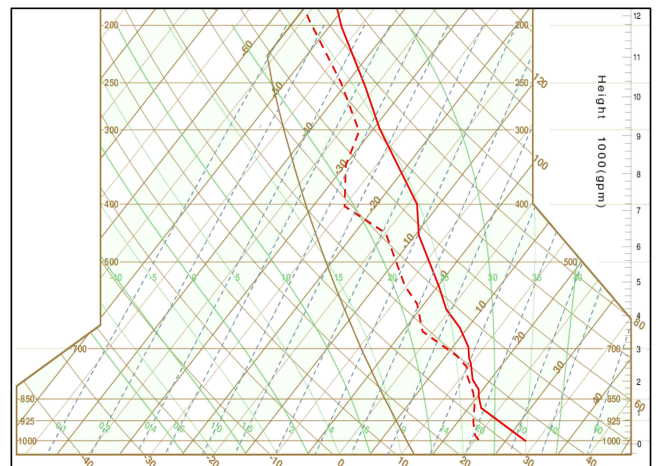
문 2. 겨울철 눈과 비의 강수형태 구분 분석에 사용되는 요소와 가장 거리가 먼 것은?

- 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