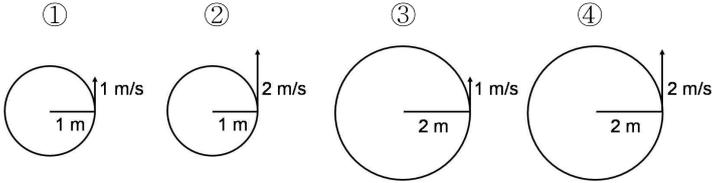


기상역학

문 1. 등온대기를 가정할 때, 다음 중 가장 두꺼운 층은?

- ① 200-150hPa ② 500-250hPa
- ③ 750-500hPa ④ 1000-750hPa

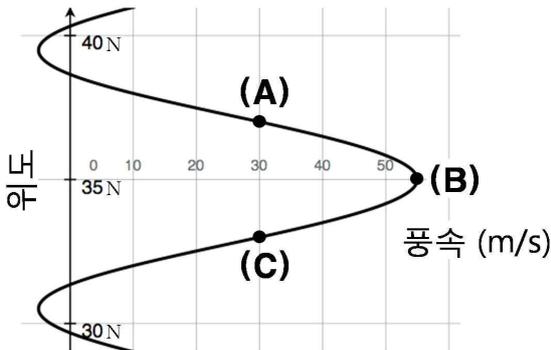
문 2. 아래 그림과 같이 회전하는 원판이 있다고 할 때, 원판의 가장자리에서 소용돌이도가 가장 큰 경우는?



문 3. 행성소용돌이도(planetary vorticity)에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

- ① 지구의 자전 때문에 발생한다.
- ② 북반구에서는 양의 값, 남반구에서는 음의 값을 갖는다.
- ③ 고위도로 갈수록 크기가 증가한다.
- ④ 상대소용돌이도보다 항상 큰 값을 갖는다.

문 4. 중위도 상층 제트기류의 동서 방향 풍속이 아래 그림과 같은 구조로 나타날 때, 관성불안정이 생길 수 있는 지점(●)을 모두 고른 것은?



- ① (A) ② (B) ③ (C) ④ (A), (C)

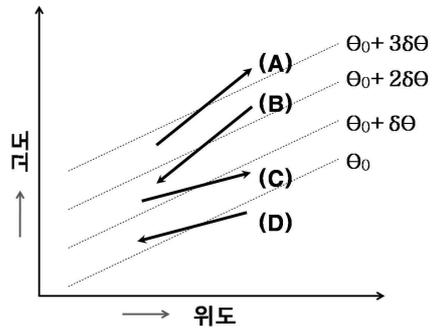
문 5. 비압축성 유체에 대해 연직 속도가 없고 발산이 없는 수평흐름을 고려할 때, 다음 중 북반구에서 절대소용돌이도가 보존될 수 없는 경우는?

- ① 서풍 흐름이 북쪽으로 휘어지는 경우
- ② 동풍 흐름이 남쪽으로 휘어지는 경우
- ③ 서풍 흐름이 직선 운동을 유지하는 경우
- ④ 동풍 흐름이 직선 운동을 유지하는 경우

문 6. 로스비 변형반경(Rossby radius of deformation)에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

- ① 전향력의 효과가 중력이나 부력만큼 중요해지기 시작하는 수평규모이다.
- ② 고위도로 갈수록 작아진다.
- ③ 적도 부근에서는 전향력이 약해서 정의되지 않는다.
- ④ 로스비 변형반경보다 큰 규모에서는 지균평형이 중요하다.

문 7. 아래 그림은 북반구에서 동서방향으로 평균(zonal mean)된 온위(θ)의 분포(점선)와 공기덩이의 이동(화살표)을 나타낸 것이다. 다음 중 전형적인 경압불안정에 의해 발생하는 섭동의 경로로 옳은 것은?



- ① (A), (B) ② (A), (D) ③ (B), (C) ④ (C), (D)

문 8. 자연좌표계에서 수평운동량 방정식은 아래와 같이 표현되며, 이 식을 다양한 대기운동에 적용할 수 있다. <보기>에서 옳은 것을 모두 고른 것은?

(단, V 는 수평속도, R 은 곡률, r 는 코리올리파라미터, Φ 는 지위(geopotential), n 은 진행방향에 직각방향의 변위이다.)

$$\frac{V^2}{R} + fV = -\frac{\partial \Phi}{\partial n}$$

(A) (B) (C)

- < 보 기 > —
- ㄱ. (A)항을 무시할 때 성립하는 흐름을 지균평류라 한다.
 - ㄴ. (B)항을 무시할 때 성립하는 흐름을 선형류라 한다.
 - ㄷ. (C)항을 무시할 때 성립하는 흐름을 관성류라 한다.

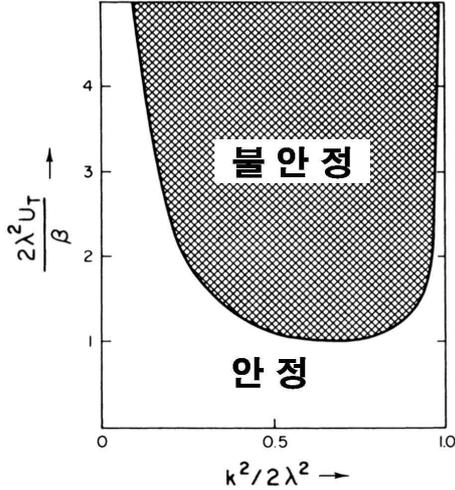
- ① ㄱ, ㄴ ② ㄱ, ㄷ ③ ㄴ, ㄷ ④ ㄱ, ㄴ, ㄷ

문 9. 에르텔 위치소용돌이도(Ertel's potential vorticity)에 대한 설명으로 옳은 것을 모두 고른 것은?

- ㄱ. 마찰이 없는 단열과정에서 위치소용돌이도는 보존된다.
- ㄴ. 위치소용돌이도의 기후값은 북으로 갈수록 증가한다.
- ㄷ. 성층권에서는 위치소용돌이도가 대류권보다 작게 나타난다.

- ① ㄱ, ㄴ ② ㄱ, ㄷ ③ ㄴ, ㄷ ④ ㄱ, ㄴ, ㄷ

문 10. 아래 그림은 준지구 2층 경압모형의 안정도 영역을 나타낸 것이다. 이에 대한 설명으로 <보기>에서 옳은 것을 모두 고른 것은? (단, U_T 는 평균 온도풍, β 는 행성 소용돌이도의 남북방향 기울기, k 는 섭동의 동서방향 파수, λ 는 행성 소용돌이도와 부력진동수의 비이다.)



< 보 기 >

- ㄱ. 파수가 커질수록 섭동은 점점 더 불안정해진다.
- ㄴ. 평균 온도풍(U_T)이 커질수록 유체의 흐름은 불안정해진다.
- ㄷ. β 효과는 유체의 흐름을 안정화시키는데 기여한다.

- ① ㄱ, ㄴ ② ㄱ, ㄷ ③ ㄴ, ㄷ ④ ㄱ, ㄴ, ㄷ

문 11. 순환정리(circulation theorem)에 대한 설명으로 옳은 것을 모두 고른 것은?

- ㄱ. 절대순환의 변화는 솔레노이드(solenoid)항에 의해서 결정된다.
- ㄴ. 고정된 면적에서 유체입자들의 닫힌 유선을 따르는 상대순환은 위도변화에 관계없이 일정하다.
- ㄷ. 순압대기에서 절대순환은 운동을 따라 보존된다.

- ① ㄱ, ㄴ ② ㄱ, ㄷ ③ ㄴ, ㄷ ④ ㄱ, ㄴ, ㄷ

문 12. 아래는 상당순압대기(equivalent barotropic atmosphere)에 대한 설명이다. (A)와 (B)에 들어갈 말로 옳은 것은?

상당순압대기는 등온선과 등압선이 (A)하여 상층대기 지균풍과 온도풍의 방향이 (B)하(한)다.

- | | | |
|---|-------|-------|
| | (A) | (B) |
| ① | 평행 | 평행 |
| ② | 평행 | 교차 |
| ③ | 교차 | 평행 |
| ④ | 교차 | 교차 |

문 13. 아래 식은 연직방향의 운동방정식이다. 종관규모에 대한 규모분석을 하면 두 항이 비슷한 크기로 평형을 이룬다. 이 때의 두 항을 짝지은 것으로 옳은 것은? (단, u, v, w 는 바람의 동서, 남북 및 연직 성분, ρ 는 공기밀도, p 는 기압, Ω 는 지구자전각속도, ϕ 는 위도, g 는 중력가속도, a 는 지구 반경, F_z 는 마찰력의 연직 성분이다.)

$$\frac{Dw}{Dt} = -\frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial z} + 2\Omega u \cos\phi - g + \frac{u^2 + v^2}{a} + F_z$$

(A) (B) (C) (D) (E)

- ① (A), (B) ② (C), (D)
 ③ (B), (D) ④ (C), (E)

문 14. 배경장의 흐름이 없는 경우 천수파 (shallow water wave)의 분산관계식은 아래와 같다. 천수파에 대한 설명으로 옳은 것은? (단, ν 는 진동수, k 는 동서방향 파수, g 는 중력가속도, H 는 물의 깊이이다.)

$$\nu = k\sqrt{gH}$$

- ① 파장별로 위상속도가 달라 시간이 지나면서 파의 에너지가 분산된다.
- ② $H=1\text{km}$ 일 때 약 100m/s 로 위상이 전파된다.
- ③ H 의 크기에 관계없이 위 식은 항상 성립한다.
- ④ H 가 작아질수록 위상속도는 더 빨라진다.

문 15. 워커 순환(Walker circulation)에 대한 설명으로 옳은 것을 모두 고른 것은?

- ㄱ. 서태평양과 동태평양 사이의 동서방향 기압경도력에 의해 발생한다.
- ㄴ. 동태평양에서 발생하는 대류의 습기 공급원 중 하나이다.
- ㄷ. 엘니뇨 기간에는 정상시보다 워커 순환이 약해진다.

- ① ㄱ, ㄴ ② ㄱ, ㄷ ③ ㄴ, ㄷ ④ ㄱ, ㄴ, ㄷ

문 16. 대기의 대규모 순환에 따른 에너지 순환에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

- ① 적도와 극지역의 비균질 가열은 가용위치에너지를 만든다.
- ② 행성소용돌이도는 더 많은 가용위치에너지를 운동에너지로 변환시킨다.
- ③ 대기의 운동에너지는 지표면 마찰 등과 같은 과정으로 소산된다.
- ④ 가용위치에너지는 경압불안정 맴돌이(eddy)의 발생과 함께 운동에너지로 변환된다.

문 17. 소용돌이도 방정식에서 아래의 솔레노이드(solenoid)항에 대한 설명으로 옳지 않은 것은? (단, ρ 는 공기밀도, p 는 기압이다.)

$$-\nabla\left(\frac{1}{\rho}\right)\times\nabla p$$

- ① 종관규모 이상의 규모에서 중요하다.
- ② 강도는 등밀도면과 등압면이 교차하는 각도에 비례한다.
- ③ 기압의 수평방향 경도를 무시한다면 등온면의 수평 경도로 표현 가능하다.
- ④ 경압대기의 경우에 중요하게 작용한다.

문 18. 아래 식은 내부중력파의 분산관계식이다. 내부중력파의 위상속도(c_x, c_z)와 군속도(c_{gx}, c_{gz})에 대한 전개가 옳은 것은? (단, ν 는 진동수, k 는 동서방향 파수, m 은 연직 방향 파수, N 은 부력진동수이다.)

$$(\nu - \bar{u}k)^2(k^2 + m^2) - N^2k^2 = 0$$

- ① $c_x = \bar{u} \pm \frac{N}{(k^2 + m^2)^{3/2}}$
- ② $c_z = \bar{u} \frac{k}{m} \pm \frac{N}{(k^2 + m^2)^{1/2}m}$
- ③ $c_{gx} = \bar{u} \pm \frac{Nk}{(k^2 + m^2)^{3/2}}$
- ④ $c_{gz} = \pm \frac{(-Nkm)}{(k^2 + m^2)^{3/2}}$

문 19. 동서방향 평균장에 관한 방정식을 유도할 때 사용되는 변형된 오일러 평균(Transformed Eulerian Mean) 방법에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

- ① 맴돌이(eddy) 효과를 엘리아센-팜 속(Elliasen-Palm flux)으로 국한시킬 수 있다.
- ② 질량보존 방정식의 형태가 변하지 않는다.
- ③ 남북평면에서의 비단열적 순환을 근사적으로 나타낸다.
- ④ 잔여 남북순환(residual meridional circulation)이 각 반구에서 3개의 세포로 나타난다.

문 20. 선형 경압불안정 모형 중 하나인 이디(Eady)모형에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

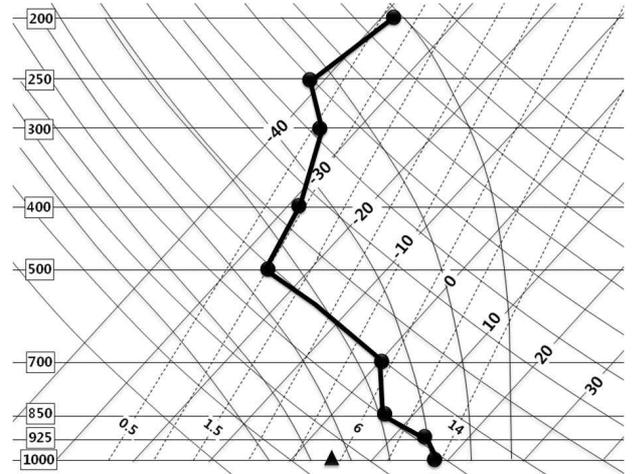
- ① 상층 경계에 단단한 뚜껑(lid)이 있다고 가정한다.
- ② 위치소용돌이도가 남북방향으로 변하지 않는다고 가정한다.
- ③ 경압적으로 불안정한 파동의 수평 운동량속은 양의 값을 가진다.
- ④ 가장 불안정한 모드에서 온도골의 축은 고도에 따라 동쪽으로 기운다.

일기분석 및 예보법

문 1. 겨울철 동일한 지점의 지상 기온예보와 관련하여, 다음 중 최저기온이 가장 낮을 것으로 예상되는 경우는? (단, 850hPa 기온은 모두 같다고 가정한다.)

- ① 적설이 없고, 하늘이 대체로 맑고 바람이 강한 밤
- ② 적설이 없고, 구름이 많고 바람이 약한 밤
- ③ 적설이 있고, 구름이 많고 바람이 강한 밤
- ④ 적설이 있고, 하늘이 대체로 맑고 바람이 약한 밤

문 2. 어느 관측소에서 오전 9시에 지상기압이 1000hPa, 기온은 18°C, 이슬점온도는 5°C로 관측되었다. 이 관측소에서 연직 기온분포가 아래 그림과 같을 때, 낮에 가열로 지상의 기온이 대류온도에 도달할 경우 예상되는 대류가용위치 에너지(CAPE) 값으로 가장 옳은 것은? (단, 지상기온만 변화가 있고, CAPE 구간의 온도는 주변 공기의 온도보다 평균적으로 5°C 높다고 가정한다. 건조공기 기체상수 R_d 는 287 J K⁻¹ kg⁻¹이고, ln(550/480)=0.14, ln(700/400)=0.56, ln(925/370)=0.92로 한다.)



- ① 200.9 J kg⁻¹
- ② 803.6 J kg⁻¹
- ③ 1320.2 J kg⁻¹
- ④ CAPE 없음

문 3. 봄철에 기상위성 영상에서 황사가 탐지된 경우, 황사의 발원 여부와 우리나라로의 이동 가능성을 검토하기 위한 점검요소로 가장 옳지 않은 것은?

- ① 발원지 부근에서 850hPa 기온이 영하로 유지됨
- ② 발원지가 눈으로 덮여있지 않고, 최근 강수량이 거의 없음
- ③ 발원지 부근 중층대기(500hPa)에 기압골을 중심으로 강한 소용돌이도 구역이 분포하고 있음
- ④ 발원지 부근에 강한 바람이 관측되고, 700hPa 고도에서 강한 상승 구역이 위치함