

기상역학

2021년도 국가공무원 5급(기술) 공개경쟁채용 제2차시험

응시번호 :

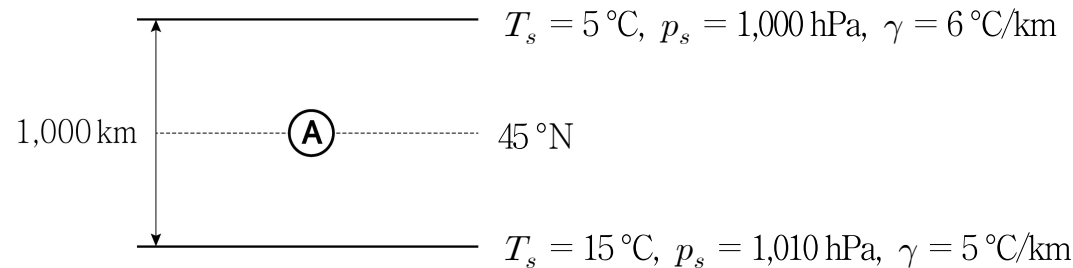
성명 :

제 1 문. 정역학 균형을 만족하는 건조 대기에서 연직 기압 구조와 지균풍에 대한 다음 물음에 답하시오. (단, 기온 감률 $\gamma \equiv -\partial T/\partial z$ 는 일정하다) (총 20점)

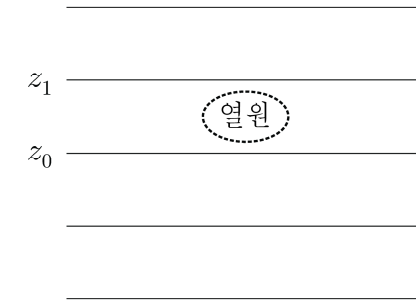
- 1) 해면($z=0$)에서 기압과 기온이 각각 p_s 와 T_s 일 때 고도 z 에 따른 기압 p 의 변화에 관한 다음 관계식을 유도하시오. (단, R 은 건조공기 기체상수, g 는 중력 가속도이며, 유도 과정에서 적분 공식 $\int \frac{dx}{ax+b} = \frac{1}{a} \ln(ax+b)$ 을 사용하시오) (5점)

$$p = p_s \left(\frac{T_s - \gamma z}{T_s} \right)^{\frac{g}{R\gamma}}$$

- 2) 북위 45도에 위치한 A 지점을 가운데 두고 남북 방향으로 각각 500 km 떨어진 곳에서 T_s , p_s , γ 가 아래 그림과 같이 관측되었다. A 지점 5 km 상공에서 지균 풍속을 구하시오. (단, $g = 9.81 \text{ m s}^{-2}$, $R = 287 \text{ J K}^{-1} \text{ kg}^{-1}$, 지구 자전 각속도 $\Omega = 7.292 \times 10^{-5} \text{ s}^{-1}$) (15점)



제 2 문. 아래 그림과 같이 연직층 z_o , z_1 에서 기압이 각각 p_o , p_1 이고, 지위가 각각 Φ_o , Φ_1 이라고 할 때, 다음 물음에 답하시오. (총 20점)



지표면

- 1) 등압좌표계에서 아래 정역학 방정식을 이용하여 z_o , z_1 간의 지위 두께 ($\delta\Phi$)에 대한 계산식을 유도하시오. (단, Φ 는 지위, p 는 기압, R 은 건조공기 기체상수, T 는 기온이다) (5점)

$$\frac{\partial \Phi}{\partial p} = - \frac{RT}{p}$$

- 2) 연속방정식을 이용하여 지상기압(p_s)의 시간변화와 수평바람 벡터(\vec{V})와의 관계식을 유도하시오. (5점)
- 3) 위 그림에서 z_o , z_1 사이 공기층이 가열될 때, 5개의 연직층에서 각각 나타나는 지위의 변화와 수평바람 벡터를 그림으로 제시하고, 2)의 관계식에 근거하여 기압계의 발달과정을 서술하시오. (10점)

제 3 문. 다음은 비회전계의 성층 대기에서 전파되는 내부중력파의 선형 방정식을 나타낸 것이다. 물음에 답하시오. (단, 동서 평균류 \bar{u} 와 밀도 ρ_0 는 상수라고 가정한다) (총 35점)

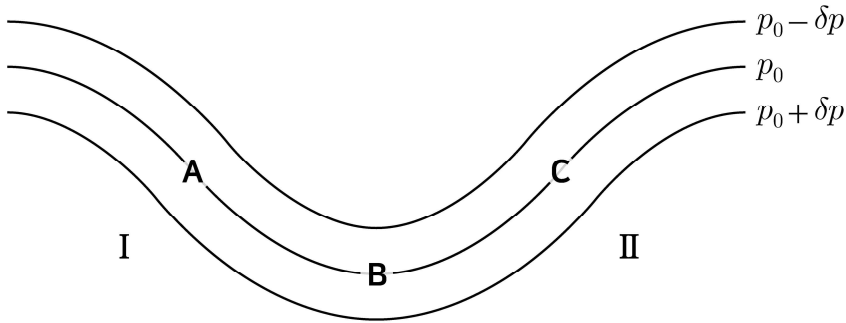
t : 시간	\bar{u} : 동서 평균류	u' : 동서 섭동류
ρ_0 : 밀도	p' : 섭동 기압	w' : 연직 섭동류
$\bar{\theta}$: 평균 온위	θ' : 섭동 온위	g : 중력가속도
$\left(\frac{\partial}{\partial t} + \bar{u} \frac{\partial}{\partial x}\right) u' + \frac{1}{\rho_0} \frac{\partial p'}{\partial x} = 0 \quad (1)$		
$\left(\frac{\partial}{\partial t} + \bar{u} \frac{\partial}{\partial x}\right) w' + \frac{1}{\rho_0} \frac{\partial p'}{\partial z} - \frac{\theta'}{\bar{\theta}} g = 0 \quad (2)$		
$\frac{\partial u'}{\partial x} + \frac{\partial w'}{\partial z} = 0 \quad (3)$		
$\left(\frac{\partial}{\partial t} + \bar{u} \frac{\partial}{\partial x}\right) \theta' + w' \frac{d\bar{\theta}}{dz} = 0 \quad (4)$		

- 부력 진동을 간략히 서술하고, 부력(또는 Brunt-Vaisala) 진동수(N)의 식을 적절한 연직 운동방정식으로부터 유도하시오. (8점)
- 식 (1) ~ (4)와 연직 섭동류의 해 $w' = w_r \cos \phi - w_i \sin \phi$ 를 활용하여 아래의 분산관계식을 구하는 과정을 단계별로 간략히 서술하시오. (단, w_r, w_i 는 복소함수 진폭의 실수부와 허수부를 나타낸다. 또한 위상 $\phi = kx + mz - \nu t$ 는 x, z, t 에 대해 선형적으로 의존하고, k 는 수평파수, m 은 연직파수, ν 는 진동수이다. 부력진동수의 제곱은 상수로 가정한다) (5점)

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

- 2)의 분산관계를 이용하여 내부중력파의 진동수는 부력진동수에 비해 작음을 증명하시오. (5점)
- 2)의 분산관계를 이용하여 동서 방향으로만 변하는 지형 상에서 수평으로 정체되어 있으나, 연직으로 전파되는 중력파가 형성될 조건 세 가지를 제시하시오. (5점)
- 대류권의 적운대류에 의해 발생한 내부중력파의 에너지와 위상전파 방향을 군속도와 위상속도를 구하여 설명하시오. (단, $k > 0, \bar{u} = 0$ 이다) (12점)

제 4 문. 아래 그림과 같이 북반구 중위도 상층에 등압선의 간격이 일정한 파동이 있을 때, 다음 물음에 답하시오. (단, 코리올리 상수는 일정하며 파동의 남쪽이 북쪽보다 온도가 높다. 또한, $\delta p > 0$ 이다) (총 25점)



- 1) C 지역 하층에서 저기압이 발달하는 경우, B 지역에서 지균풍의 변화를 설명하시오. (10점)
- 2) 아래의 비지균풍 운동방정식을 이용하여 A 지역과 C 지역에서 지균풍 가속 벡터와 비지균풍 벡터의 방향을 각각 표시하시오. (단, $\vec{v_g}$ 는 지균풍, $\vec{V_a}$ 는 비지균풍 벡터를 의미한다) (10점)

$$\frac{D_g \vec{v_g}}{Dt} \simeq -f_0 \vec{k} \times \vec{V_a}$$

- 3) A와 C 지역 부근에서 생성되는 2차 순환의 특징을 그림으로 설명하고, I 과 II 지역에서 나타날 수 있는 날씨 변화에 대해 설명하시오. (5점)

인사혁신처 시험출제과장