

기상역학

2017년도 국가공무원 5급(기술) 공개경쟁채용 제2차시험

응시번호 :

성명 :

제 1 문. 북반구 자연 좌표계에서 운동방향의 직각 방향(n)에 대한 힘의 균형은 다음과 같이 이루어진다. 물음에 답하시오. (여기서, n 은 흐르는 방향의 왼쪽이 양이 된다)

(총 20점)

V : 수평속력 R : 곡률반경 f : 코리올리 파라미터 Φ : 지오폠펜셜

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

- 1) 각 항이 가지고 있는 물리적 의미에 대해 기술하시오. (5점)
- 2) 자연 좌표계의 특성을 고려했을 때, 물리적으로 존재할 수 있는 해들을 제시하고, 그 해에 대한 각 항들의 균형과 순환 방향을 그림으로 보이시오. 단, 각 항의 값은 0이 아니다. (10점)
- 3) 저기압성 흐름의 지균풍이 실제 바람(V)보다 더 큰 이유를 설명하시오. (5점)

제 2 문. 다음은 중위도 상층 종관규모에서 준지균 지오폠펜셜 경향방정식이다. 물음에 답하시오. (총 20점)

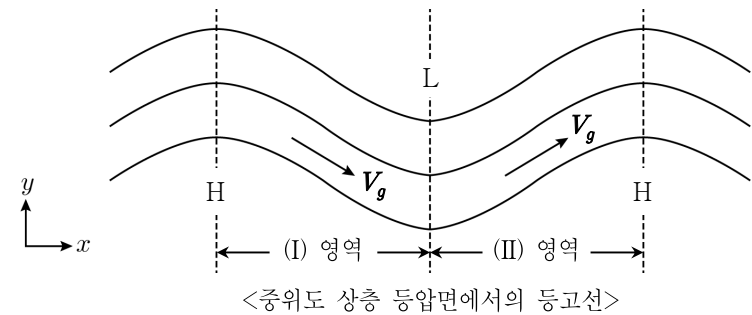
f_o : 코리올리 상수 Φ : 지오폠펜셜 σ : 정적안정도 상수

$\vec{V}_g \equiv (u_g, v_g)$: 지균풍 ζ_g : 지균소용돌이도

$$\left[\nabla^2 + \frac{\partial}{\partial p} \left(\frac{f_o^2}{\sigma} \frac{\partial}{\partial p} \right) \right] \left(\frac{\partial \Phi}{\partial t} \right) \quad (A)$$

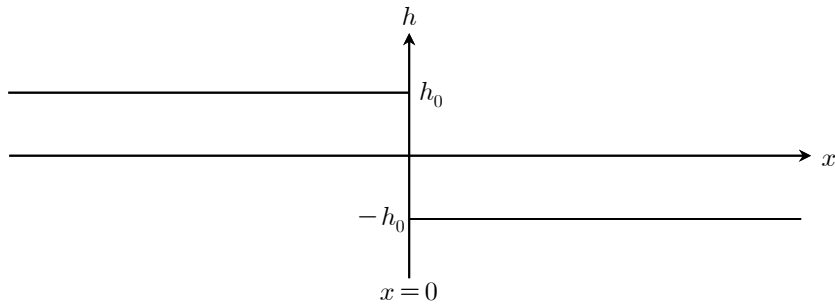
$$= \underbrace{-f_o \vec{V}_g \cdot \nabla (\zeta_g + f)}_{(B)} - \frac{\partial}{\partial p} \left[\underbrace{-\frac{f_o^2}{\sigma} \vec{V}_g \cdot \nabla \left(-\frac{\partial \Phi}{\partial p} \right)}_{(C)} \right]$$

- 1) 위 식에서 (B)항의 물리적 의미를 기술하고, 아래 그림의 (I)영역과 (II)영역에서 (B)항이 지오폠펜셜의 시간에 따른 변화에 미치는 영향을 위 수식을 이용하여 설명하시오. (10점)



- 2) 위 식에서 (C)항의 물리적 의미를 기술하고, 상층 기압골의 하부에 한랭이류가 존재할 경우 상층 지오폠펜셜 고도에 미치는 영향을 위 수식을 이용하여 설명하시오. (10점)

제 3 문. 다음은 로스비 변형반경(Rossby radius of deformation)을 이해하기 위한 가상 실험이다. 남북(y) 방향으로서는 수면의 높이가 일정하며 x 축 방향으로서는 $x=0$ 에서 $h(x,t=0)=0$, $x>0$ 영역에서 $h(x,t=0)=-h_0$, 그리고 $x<0$ 인 곳에서 $h(x,t=0)=h_0$ 인 초기 상태에 있다. 위 상태에서 $x=0$ 에 위치한 분리막이 제거된 후 오랜 시간이 지나 시스템이 평형상태(equilibrium state)에 도달하였다. 최종 평형상태에서의 $h(x,t=\infty)$ 를 구하고자 한다. 함수 $h(x,t)$ 는 유체 깊이 H 로부터의 편차이다.



즉, $h(x,t=0)=-h_0 \operatorname{sgn}(x)$ ($x>0$ 일때 $\operatorname{sgn}(x)=1$, $x<0$ 일때 $\operatorname{sgn}(x)=-1$). 문제 해결을 위하여 사용할 방정식은 아래의 섭동 천수방정식(perturbation shallow water equation)이다.

$$\frac{\partial u}{\partial t} - fv = -g \frac{\partial h}{\partial x} \quad \text{①}$$

$$\frac{\partial v}{\partial t} + fu = -g \frac{\partial h}{\partial y} \quad \text{②}$$

$$\frac{\partial h}{\partial t} + H \left(\frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} \right) = 0 \quad \text{③}$$

여기서 $u(x,t)$, $v(x,t)$, f , g , H 는 차례로 바람의 동서 및 남북 방향 성분, 코리올리 파라미터, 중력, 평균수심이다. 물음에 답하시오. (총 30점)

- 1) 최종 평형상태의 $h(x,t=\infty)$, $u(x,t=\infty)$, $v(x,t=\infty)$ 의 수식을 구하시오. (단, f 는 상수로 가정한다) (10점)
- 2) 이에 따른 $h(x,t=\infty)$, $u(x,t=\infty)$, $v(x,t=\infty)$ 의 분포를 그림으로 보이시오. (10점)
- 3) 위 1), 2)의 해를 고려하여 로스비 변형반경(Rossby radius of deformation)을 정의하고, 저위도와 고위도에서 로스비 변형반경의 크기에 따른 $h(x)$ 와 $v(x)$ 의 분포 특성을 감안하여 해당 위도대에서 대기운동의 규모를 비교 설명하시오. (10점)

제 4 문. 다음은 평균장(또는 기본장)이 0인 경우에 대하여 선형화된 열대 지역 천수 시스템의 지배 방정식이다. 적도 베타 평면 근사인 $f \approx \beta y$ 가 적용되었고 변수는 편차(anomaly)를 의미한다.

$$\begin{aligned}\frac{\partial u}{\partial t} - \beta y v &= -\frac{\partial \Phi}{\partial x} \\ \frac{\partial v}{\partial t} + \beta y u &= -\frac{\partial \Phi}{\partial y} \\ \frac{\partial \Phi}{\partial t} + gH\left(\frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y}\right) &= 0\end{aligned}$$

여기서 H 는 유체의 평균 깊이이며, Φ 는 지오폠펜셜을 의미한다. 그 밖의 기호는 기상학에서 통용되는 변수를 의미할 때 무차원화된(nondimensionalized) 방정식을 유도하여 열대지역 유체의 분산 관계와 파동을 파악하고자 한다. 물음에 답하시오. (총 30점)

- 1) 위의 천수 방정식을 무차원화된 방정식으로 쓰기 위해서는 공간길이 규모, 시간 규모 및 지오폠펜셜 규모에 대한 특성 규모를 먼저 구하여야 한다. 지오폠펜셜 규모가 gH 로 주어질 때 공간길이 규모와 시간 규모를 제시한 후, 무차원화된 방정식으로 변환하시오. (15점)
- 2) 적도 지역에서 발생하는 장주기 변동(계절변동 이상의 변동)의 대규모 대기 현상을 표현하기 위한 장주기 및 장파 근사법(low frequency and zonal long-wave approximation)을 적용하여, 1)에서 구한 무차원 방정식을 간단히 표현하시오. (5점)
- 3) 열대지역에서 수립하는 켈빈파에 대한 분산관계식(dispersion relationship)을 2)에서 구한 방정식을 이용하여 구하시오. (10점)

인사혁신처 시험출제과장