

## 기상역학

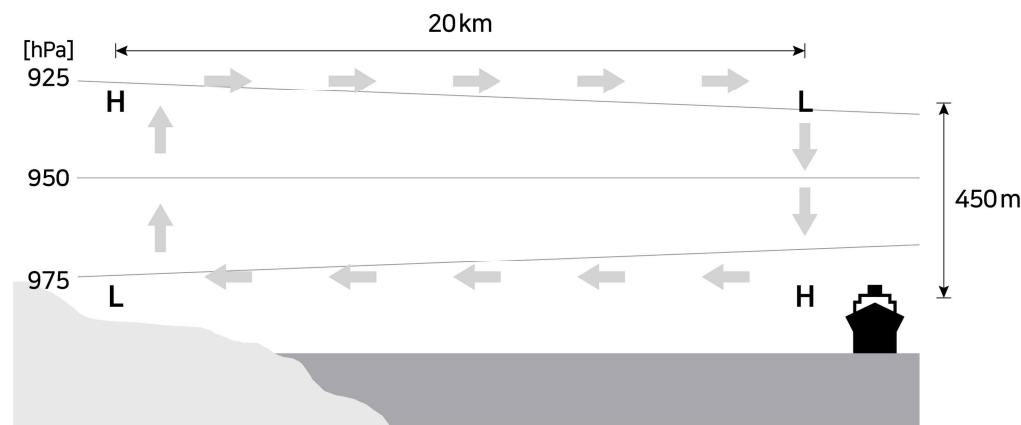
### 2020년도 국가공무원 5급(기술) 공개경쟁채용 제2차시험

응시번호 :

성명 :

제 1 문. 그림은 해풍(sea breeze)과 관련된 등압선을 나타낸다. 여기서 해풍을 일으키는 육지와 해양의 표면 온도차는  $10^{\circ}\text{C}$ , 수평 규모는  $20\text{ km}$ , 연직 규모는  $450\text{ m}$  (혹은  $975\text{ hPa} \sim 925\text{ hPa}$ )이다. 기체상수  $R = 287\text{ J K}^{-1}\text{ kg}^{-1}$ 을 고려하여, 다음 물음에 답하시오. (단, 지구 자전, 점성력 및 마찰력은 무시한다)

(총 20점)

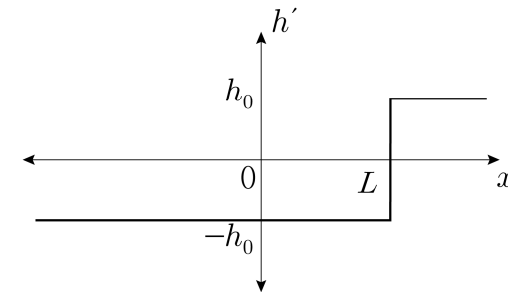


- 1) 순환 정리(circulation theorem)를 유도하고 이를 이용해 해풍 순환(circulation)의 시간에 대한 변화율을 구하시오. (10점)
- 2) 해풍이 발생한 1시간 후 풍속을 추정하시오. (6점)
- 3) 순압 대기에 대해 해풍 순환의 시간에 대한 변화율을 구하시오. (4점)

제 2 문. 다음 방정식은 천수방정식이다.

$$\begin{aligned}\frac{\partial u'}{\partial t} - f v' &= -g \frac{\partial h'}{\partial x} \\ \frac{\partial v'}{\partial t} + f u' &= -g \frac{\partial h'}{\partial y} \\ \frac{\partial h'}{\partial t} + H \left( \frac{\partial u'}{\partial x} + \frac{\partial v'}{\partial y} \right) &= 0\end{aligned}$$

여기서  $u'$ ,  $v'$ ,  $h'$ 은 동서, 남북방향 유체속도, 수위의 편차를 나타낸다.  $H$ 는 평균 수위,  $g$ 는 중력가속도,  $f$ 는 코리올리 파라미터로 상수이다. 그림은  $x = +L$ 에 위치한 댐과 수면의 모습을 나타낸다.



$$h' = \begin{cases} -h_0 & (x < L) \\ h_0 & (x \geq L) \end{cases}$$

댐이 붕괴된 후 평형상태에 도달했다고 가정하고, 다음 물음에 답하시오. (단, 남북방향의 분포는 균일하고, 초기  $u' = v' = 0$ 이다) (총 30점)

- 1) 수위( $h'$ )의 분포를 수학적으로 표현하시오. (15점)
- 2)  $x = 0$ 인 지점에서  $u'$ 과  $v'$ 을 구하시오. (8점)
- 3) 댐이 붕괴되기 전에 갖고 있던 물의 위치에너지는 댐이 붕괴된 후에 어떤 에너지들로 변환되는지 정성적으로 설명하시오. (7점)

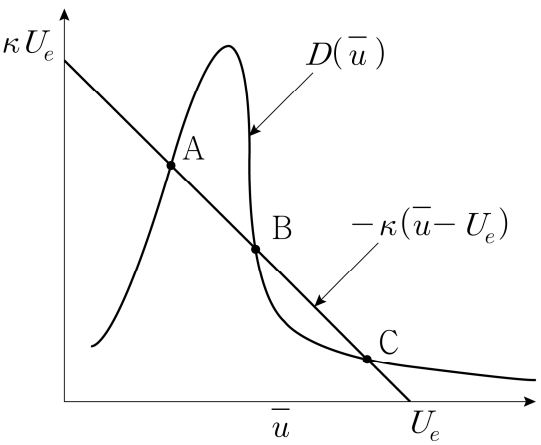
제 3 문. Charney and DeVore(1979)는 순압 운동량 방정식으로부터 동서 평균된 동서 방향 바람( $\bar{u}$ )에 대한 방정식을 아래와 같이 유도하였다.

$$\frac{\partial \bar{u}}{\partial t} = -D(\bar{u}) - \kappa(\bar{u} - U_e)$$

여기서  $D(\bar{u}) = \overline{v_g' \zeta_g'} - (f_0/H) \overline{v_g' h_T}$ 로 표현되고,  $U_e$ 는 평형상태의 바람,  $f_0$ 는 코리올리 파라미터로 상수이며,  $\kappa$ 는 상수이다.  $v_g'$ 은 남북 방향 지균풍 바람 편차,  $\zeta_g'$ 은 지균풍 상대와도 편차,  $H$ 는 고정된 유체의 상층경계면 높이,  $h_T$ 는 하층경계면 높이를 의미한다. 준지균풍 규모 운동을 가정하여, 다음 물음에 답하시오. (총 30점)

- 1)  $D(\bar{u})$ 와  $\kappa(\bar{u} - U_e)$ 의 물리적 의미를 기술하시오. (5점)
- 2)  $h_T(x,y) = Re[h_0 \exp(ikx)] \cos ly$ 로, 유선함수 편차를  $\Psi(x,y) = Re[\Psi_0 \exp(ikx)] \cos ly$ 로 가정한다. 여기서  $\Psi_0 = f_0 h_0 / [H(K^2 - K_s^2 - i\epsilon)]$ 이며,  $K^2 = k^2 + l^2$ ,  $K_s^2 = \beta/\bar{u}$ 이고,  $k$ 와  $l$ 은 각각  $x$ 와  $y$  방향 파수,  $\beta$ 는 위도에 따른 코리올리 파라미터의 경도이다. 이를 이용하여  $\overline{v_g' h_T}$ 를 구하시오. (10점)
- 3) 위 2)의 결과를 이용하여  $D(\bar{u})$ 를 유도하시오. (5점)

- 4) 다음은 Charney and DeVore(1979) 모형의 정상상태의 해를 도식화한 것이다. 해 A, B, C의 차별성을 기술하고 이를 통해 다중평형상태가 가능함을 설명하시오. (10점)



제 4 문. 기압경도력, 전향력, 원심력이 균형을 이루어 부는 바람인 경도풍에 대한 다음 물음에 답하시오. (총 20점)

- 1) 자연좌표계를 사용하여 경도풍 방정식을 유도하시오. (6점)
- 2) 경도풍과 지균풍을 이용하여 로스비 수(Rossby number)를 유도하시오. (7점)
- 3) 고기압성 경도풍은 풍속의 한계를 가진다. 고기압성 경도풍 최대 풍속이 지균풍 최대 풍속의 2배가 됨을 증명하시오. (7점)

## 인사혁신처 시험출제과장