Avaliação Dinâmica 1

MET 0225-3 Dinâmica Meteorologia I

Instrutor: Paulo Kubota
paulo.kubota@inpe.br
012-3186-8400

Questões

1) a) Usando a aproximação de Boussinesq, simplifique a equação da continuidade geral, colocando na forma vetorial para um fluído incompressível

$$\frac{\partial \rho}{\partial t} + \frac{\partial (\rho u)}{\partial x} + \frac{\partial (\rho v)}{\partial y} + \frac{\partial (\rho w)}{\partial y} = 0$$

R:

b) A ideia desta aproximação é mostrar que o fluído incompressível não muda a sua densidade e o seu volume ao longo de sua trajetória, somente se deforma. Portanto, pode-se afirmar que neste caso conserva energia? (veja a derivação da equação da termodinâmica a partir da lei de conservação de energia)
R:

2) Na teoria do Fluxo Gradiente assume-se que os vórtices turbulentos agem de maneira análoga a difusão molecular, tal que os fluxos de um determinado campo são proporcionais ao gradiente local da média. Baseado nesta informação as equações abaixo são mais adequados para a camada limite bem misturada com pouca estratificação vertical. Portanto, na atmosfera próxima a superfície explique porque não se devem utilizar os coeficientes de difusão constante e quais as outras opções que podem ser utilizadas.

$$\overline{u'w'} = K_m \left(\frac{\partial \bar{u}}{\partial z}\right)$$
$$\overline{v'w'} = K_m \left(\frac{\partial \bar{v}}{\partial z}\right)$$
$$\overline{\theta' w'} = K_h \left(\frac{\partial \bar{\theta}}{\partial z}\right)$$

R:

3) Supõem uma camada de mistura rasa de 300m de profundidade dentro de uma coluna de ar de 500m. O perfil inicial de temperatura potencial e vento são indicados abaixo. Assume-se que a coluna é dividida em 5 caixa de 100m de espessura

Caixa (No centro da caixa)	Z(m)	$\bar{\xi}_j = \bar{\theta}(\,^0C)$	$\bar{\xi}_j = \bar{U}(m/s)$
1	50	15	5
2	150	15	5
3	250	15	5
4	350	16	7
5	450	18	6

Assume-se que não exista um fluxo molecular (não turbulento) de calor, $Q_H = 0.0\ Km/s$ e de momentum $F = 0.0\ m^2/s^2$ através da superfície e a interface do caixa adjacente a superfície. Desprezando, outra forçantes tais como a radiação e a força de coriolis.

Use a matriz de turbulência $c_{i,j}(t, \Delta t)$ abaixo.

$$c(t, \Delta t = 10min) = \begin{array}{cc} \begin{array}{ccccc} (j=1 & 2 & 3 & 4 & 5) \end{array} & \\ \begin{bmatrix} 0,000 & 1,000 & 0,000 & 0,000 & 0,000 \\ 0,250 & 0,000 & 0,750 & 0,000 & 0,000 \\ 0,250 & 0,000 & 0,250 & 0,500 & 0,000 \\ 0,250 & 0,000 & 0,250 & 0,250 & 0,250 \\ 0,250 & 0,000 & 0,000 & 0,000 & 0.750 \end{bmatrix} & \begin{array}{c} (i=1) \\ 2 \\ 3 \\ 4 \\ 5 \end{array} \end{array}$$

$$\bar{\xi}_k(t + \Delta t) = \sum_{j=1}^{N} c_{i,j}(t, \Delta t)\bar{\xi}_j(t)$$

a) Calcule e plote os perfis finais de temperatura e velocidade do vento após 10 min de mistura turbulenta.
b) Que tipo de mistura está ocorrendo?
c) Se não houvesse mistura, como seria a matriz de turbulência?

4) Na camada superficial o padrão do perfil vertical de temperatura e do escoamento são governados por um perfil logaritmo. Obtenha as equações para $\bar{u}$ e $\bar{\theta}$ e comente as considerações que se devem ser feitas nas equações abaixo para obter estes perfis.

$$F = \overline{u'w'} = K_m \left(\frac{\partial \bar{u}}{\partial z}\right)$$

$$F = \overline{\theta'w'} = K_h \left(\frac{\partial \bar{\theta}}{\partial z}\right)$$

Onde $\boldsymbol{K(z)} = \kappa z u_*$, κ : Von Karman constant (0.4), u* : Friction velocity, ρ: Density

R:

5) Responda diretamente:

a) Porque é importante ignorar o termo $Fricção = -\frac{\partial\left(\overline{u_j{}'u_i{}'}\right)}{\partial x_j} + \nu\frac{\partial^2(\overline{u_i})}{\partial x_j{}^2}$ na teoria da aproximação Quase Geostrófica?

R:

b) Quando se separa o escoamento em $\vec{V} = \vec{V_g} + \overrightarrow{V_{ag}}$ e considera a componente ageostrofica muito pequena comparada a componente geostrofica ($\overrightarrow{V_{ag}} \ll \vec{V_g}$). Qual a limitação imposta na teoria da aproximação Quase Geostrófica?

R:

c) Para a obtenção da equação da continuidade com aproximação quase geostrófica $\frac{\partial u_{ag}}{\partial x} + \frac{\partial v_{ag}}{\partial y} + \frac{\partial \omega}{\partial P} = 0$, obtém-se que o movimento vertical é devido ao escoamento ageostrófico. Entretanto, a condição imposta é que a divergência do vento geostrófico seja nula. Então, prove usando a equação do vento geostrofico que:

$$\nabla.\left(\vec{V_g}\right) = 0$$

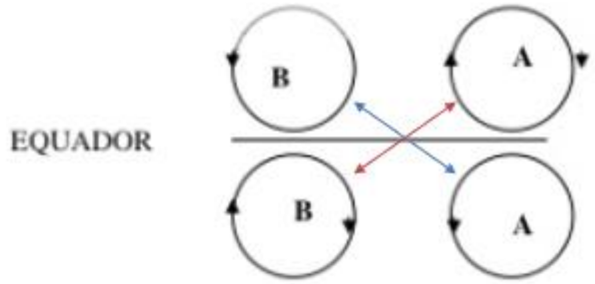
R:

6) Dependendo do sinal do laplaciano da altura $\nabla_h{}^2 Z$ e do sinal de f_0 há uma influência sobre a vorticidade e circulação.

$$\nabla_h \times \overrightarrow{V_g} = \frac{g}{f_0} \nabla_h{}^2 Z$$

Se $f_0 > 0$ HN ou $f_0 < 0$ HS,

a) Como pode-se descrever a vorticidade e a circulação na figura abaixo:



R:

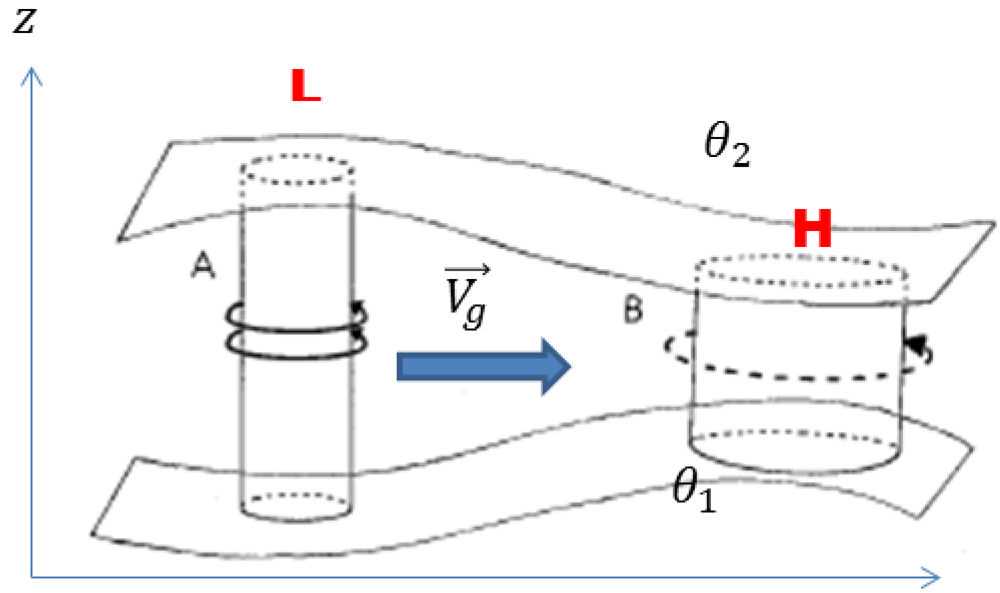
b) Mostre matematicamente com que a vorticidade geostrofica está relacionada com a variação da altura na equação: $\nabla_h \times \overrightarrow{V_g} = \frac{g}{f_0} \nabla_h{}^2 Z$.

7) Discuta a equação da vorticidade Quase Geostrofica abaixo em função de β e ξ_g.

$$\frac{\partial \xi_g}{\partial t} = -\overrightarrow{V_g} \nabla . \xi_g - v_g \beta$$

R:

8)Utilizando a equação da tendência do geopotencial, discuta a Figura abaixo.



R:

9) A partir das equações do momento meridional $\frac{Dv_g}{Dt} + f_0 u_a = 0$ e da termodinâmica $\frac{DT}{Dt_g} - S_p\omega = 0$, obtenha a equação para Q_1.

$$\sigma\frac{\partial \omega}{\partial x} - {f_0}^2\frac{\partial u_a}{\partial P} = -2Q_1$$

R:

10) Comente as principais diferenças entre a equação ômega e o vetor-Q.
R: