Engenharia do Ambiente

Física da Atmosfera e dos Oceanos

2º Exame, 5 de Fevereiro de 2011 Duração 3 horas. Página 1/2

(Perguntas teóricas)

1. Para um escoamento geostrófico:
   a) Diga quais as restrições que se devem impor aos números de Rossby e de Ekman e explique o significado físico destes números;
   b) Mostre que a vorticidade relativa é desprezável em relação à vorticidade planetária;

2. A existência de centros de altas pressões e de baixas pressões na superfície da Terra está associada a movimentos verticais de massas de ar que condicionam o estado do tempo. Faça uma figura que explique este fenómeno. Na sua representação considere um ciclone e um anticiclone no Hemisfério Norte.

3. Num escoamento barotrópico, descreva o conceito de coluna de Taylor-Proudman.

4. Esquematize o processo de upwelling equatorial e de upwelling costeiro. Descreva cada caso usando o conceito de transporte de Ekman.

5. A circulação barotrópica do oceano Atlântico considera a força de Coriolis da velocidade integrada na vertical, na aproximação do plano beta, em equilíbrio com a força barotrópica e com a tensão de corte do vento.
   a) Que termo aparece a mais no modelo de circulação do oceano Atlântico de Stommel e para que fim?
   b) Que termo alternativo foi proposto por Munk e qual a principal diferença no transporte meridional com a solução de Munk?
   c) Considere adicionalmente a força baroclínica e explique o que é o JEBAR. Como é que isso afecta as linhas de corrente da circulação geral? Indique qual o seu interesse relativamente às hipóteses de Stommel e de Munk.

6. Explique a intensificação das correntes no lado Oeste dos oceanos.

Engenharia do Ambiente

Física da Atmosfera e dos Oceanos

2º Exame, 5 de Fevereiro de 2011 Duração 3 horas. Página 2/2

(Perguntas práticas)

1. As equações do equilíbrio geostrófico escrevem-se

$$\rho f u = -dp/dy$$
$$\rho f v = dp/dx$$

Faça uma análise de escala onde $\partial\rho/\partial x \sim O(\delta\rho\ /\ L)$ e considere o fluido quase homogéneo ($\delta\rho/\rho \ll 1$). Mostre que variações de ρ podem ser desprezadas na derivação da relação de Sverdrup.

2 A tensão de corte do vento induzida por um ciclone de mesoscala é dada por $(\tau_{0x}, \tau_{0y}) = \left(-A\ y\ e^{-\frac{r^2}{\lambda^2}}, -A\ x\ e^{-\frac{r^2}{\lambda^2}}\right)$, onde $r^2 = x^2 + y^2$, e A e λ são constantes. A tensão de corte age sobre um Oceano barotrópico na aproximação do plano *beta*, em equilíbrio geostrófico abaixo da camada de Ekman e com relevo batimétrico constante.

a) Calcule o transporte de Ekman.

b) Calcule a velocidade vertical, abaixo da camada de Ekman.

c) Usando a relação de Sverdrup, calcule a componente meridional da velocidade, $v(x, y, z)$, abaixo da camada de Ekman.

3 No Oceano, duas massas de água homogéneas escoam geostroficamente na mesma direcção, com velocidades de 35 cm/s e de 22 cm/s, respectivamente. A massa de água mais célere tem densidade de 1022 kg/m^3. A massa de água menos célere tem uma densidade de 1033 kg/m^3. Determine o ângulo de interface entre as duas massas de água. *Sugestão: utilize a relação de Witte-Margulies.*

4 Considere um fluido de duas camadas homogéneas definidas pela seguinte distribuição de densidade

$$\rho(z) = \begin{cases} \rho_0 + \delta\rho, & -h(x) < z < \eta(x) \\ \rho_0, & -H < z < -h(x) \end{cases}$$

$$h(x) = h_0\left(1 - e^{-x/\lambda}\right)$$

a) Calcule $\phi(x)$ definido por $\phi(x) = -\int_{-H}^{0} z\ g\ \frac{\rho-\rho_0}{\rho_0}\, dz$.

b) Supondo que $H = H(y)$, obtenha uma expressão para a componente zonal e meridional do transporte horizontal, integrado na vertical, M_x e M_y. Considere apenas o efeito JEBAR e despreze o efeito da tensão de corte do vento.