IOF221 - Oceanografia Dinâmica I

Prova I

Nome:________________________

Informações:

- Duração de 2 horas.
- Pode comer e beber durante a prova.
- Pode fazer a prova à lápis.
- Pode usar calculadora (sem texto).
- A prova tem complexidade progressiva.

A tentativa de violação de qualquer uma das regras abaixo anulará a tua prova.

- Não consulte material ou colegas.
- Sente virado/a para frente.
- Vá ao banheiro antes ou depois do exame.
- Rascunho apenas no verso da prova.
- Desligue e guarde o celular.

♠

1. Assinale a(s) alternativa(s) correta(s). Justifique as incorretas. 10

   A. Suponha que prendemos um mini-CTD à pele de uma baleia e soltamos o animal. As medidas tomadas por esse instrumento podem ser consideradas Lagrangianas.

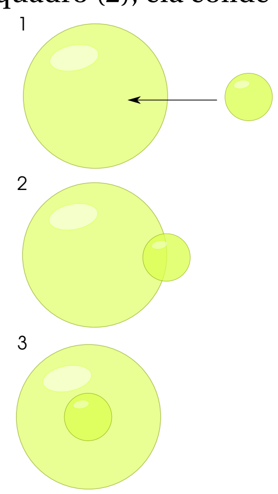
   B. A dimensão do coeficiente de viscosidade dinâmica μ é $[\mathrm{ML^{-1}T^{-1}}]$

   C. A tensão superficial de uma gota esférica pode ser estimada a partir do equilíbrio entre o trabalho de compressão e a variação da área.

   D. O rotacional do divergente da velocidade de um fluxo qualquer é zero.

   E. O termo advectivo da derivada total é chamado de não-linear, pois podemos usar a regra de derivadas do produto para colocar alguns termos na forma $\frac{1}{2}\frac{\partial u_i^2}{\partial x_i}$.

2. Considere que no quadro (1) da figura abaixo a bolhinha tem raio r e, no quadro (2), ela colide com a bolhona de raio R, sendo $R^3 \gg r^3$. No quadro (3) a bolhinha atravessou a parede e se instalou no centro, entretanto sem trocar fluido com a bolhona. Considere que a tensão superficial do sabão da bolhinha é σ_1 e a da bolhona é σ_2. Qual a diferença de pressão entre o interior da bolhinha e a região fora da bolhona? 10

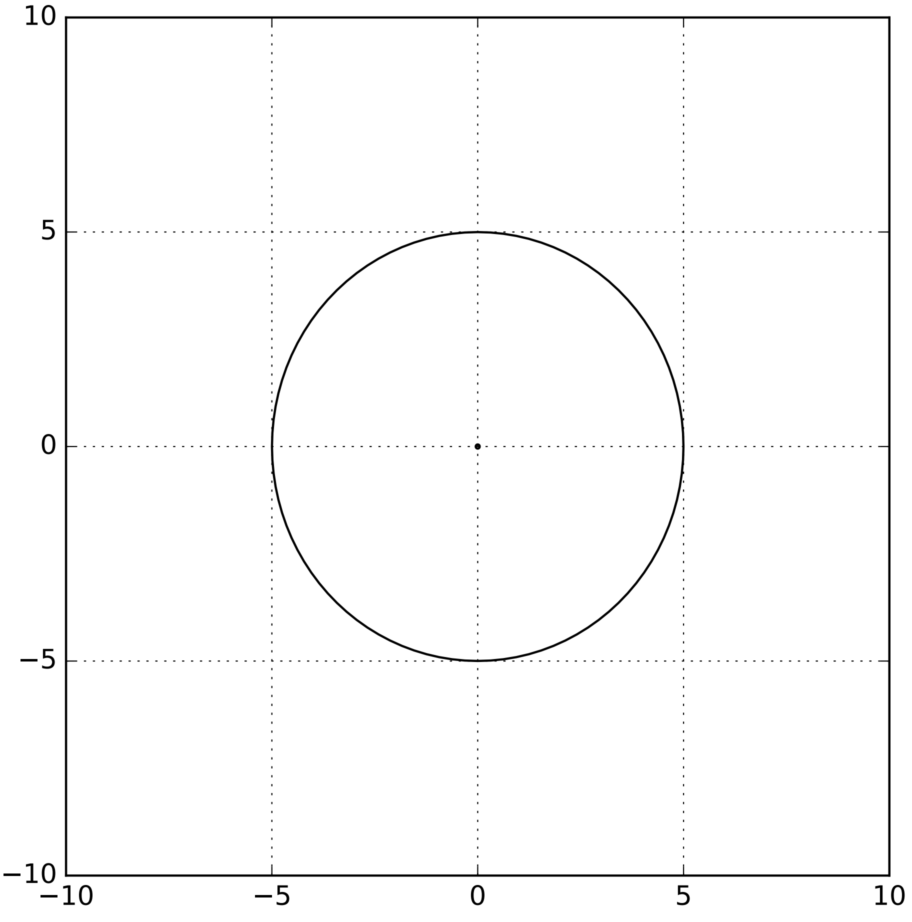


3. Um aumento de 2m no nível dos oceanos pode afetar o escoamento de esgoto das cidades costeiras, inundar planícies litorâneas, modificar o ecossistema de manguezais e fragilizar o sistema de proteção a ressacas, tufões e furacões. Segundo dados de satélites altimétricos esse aumento está ocorrendo de fato. Segundo estudos da criosfera, metade desse aumento se dá por derretimento de gelo. **Qual deve ser a variação média aproximada de temperatura para que o nível médio do mar aumente de 2 metros?** 10
Explique resumidamente as suas contas. Considere que o coeficiente de expansão térmica é 1.3×10^{-4} K^{-1}. Despreze a variação de salinidade. O oceano tem profundidade média de 5000m. Dica: Pense primeiro em termos de conservação de massa e depois em expansão térmica.

4. Suponha que um cruzeiro oceanográfico descreveu um retângulo no mapa, cujos vértices SW e NE são, respectivamente, $45°$W,$35°$S e $35°$W,$15°$S. 10
   - A aresta zonal ao norte tem 1072 km, nela a velocidade superficial é 0.1 m/s para oeste.
   - A aresta ao sul tem 909 km, nela a velocidade superficial é 0.3 m/s para leste.
   - A aresta meridional ao oeste tem 2220 km, nela a velocidade superficial é 0.7 m/s para sul.
   - A aresta ao leste tem 2220 km, nela a velocidade superficial é 0.2 m/s para norte.

   Qual é a vorticidade média dentro do retângulo?
   Quantas vezes esse valor é maior ou menor que a vorticidade planetária local $f = 2\Omega \sin(25°)$?
   (Dica:$\Omega = 7.27 \times 10^{-5}$ s^{-1}).

5. Na figura a seguir representamos um vórtice bidimensional por um círculo de raio R=5. Na parte interna do círculo a vorticidade ζ é constante, $\zeta = 2A$. Na parte externa ao círculo a vorticidade é nula, $\zeta = 0$.



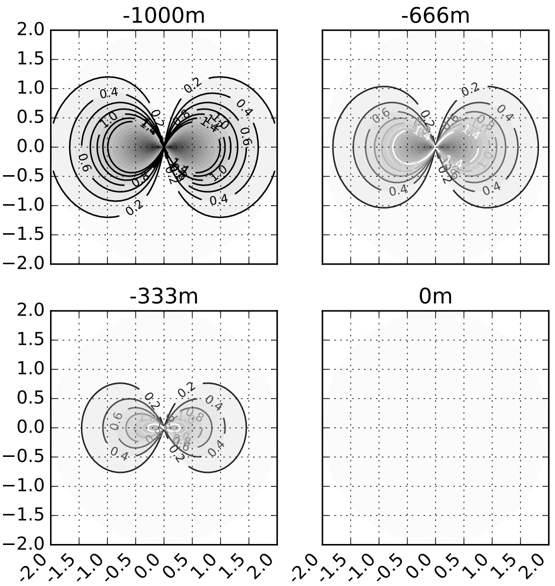
(a) Obtenha a fórmula da velocidade $\vec{U}(r,\theta) = (u_r, u_\theta)$, sabendo que u_r é constante, $u_r = B$. $\boxed{5}$

(b) Sabendo que a função de corrente $\psi(r,\theta)$ é uma função escalar, real e definida na parte interna do círculo, determine o valor de B. Desenhe os vetores ao longo de duas seções radiais entre $r = 0$ e $r = R$ e esboce pelo menos 4 linhas de corrente com valores de ψ igualmente espaçados (por exemplo, $\psi = [0.3, 0.6, 0.9, 1.2]$). Não precisa obter o valor de ψ, é só um exemplo. $\boxed{5}$

(c) Obtenha a fórmula da velocidade tangencial, sabendo que o perfil de velocidades é contínuo inclusive em $r = R$. A componente radial é a mesma que no caso anterior. $\boxed{5}$

(d) Sabendo que o potencial de velocidade $\phi(r,\theta)$ é uma função escalar, real e definida na parte externa do círculo, desenhe os vetores complementando as suas seções radiais entre R e $|x|, |y| = 10$. Esboce pelo menos 4 isolinhas de potencial de velocidade com valores de ϕ igualmente espaçados. Não precisa obter o valor de ϕ. $\boxed{5}$

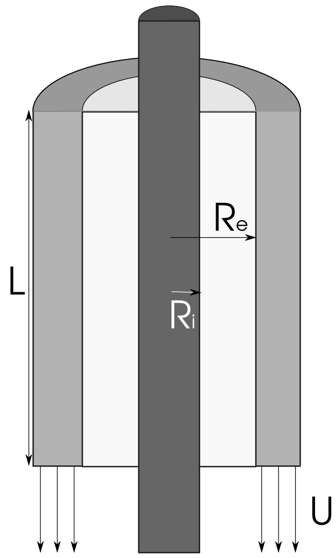
6. Dr. Moriarty jogou um recipiente quebrado com 200kg de Polônio 210 no mar onde a profundidade é de 1km. Considere que a fratura no recipiente é tal que a concentração a 2km ao redor latão é dada pela figura abaixo para 4 profundidades. A melhor função ajustada às concentrações medidas hoje, às 4:30 hora local é: [20]



$$C_{Po} = A\,(1 - \tanh(r))\,\cos^2(\theta)\,\frac{z}{-1000}$$

com $A = 6$. Dê a fórmula do vetor fluxo de massa de Polônio em coordenadas cilíndricas, $\vec{q}(r, \theta, z)$, sabendo que o coeficiente de difusão k_{Po} é constante. Descreva em palavras a direção do fluxo, separando em parte horizontal e parte vertical.

7. Considere o aparato visto em corte na figura a seguir. O cilindro longo de raio R_i está parado. O cano cilíndrico externo, de raio interno R_e está descendo com velocidade constante U pois a região intersticial ($R_e - R_i$) está lubrificada. $R_e \simeq R_i$, o espaço onde tem lubrificante está obviamente exagerado no desenho. O cilindro externo tem comprimento L e massa m. Considere o fluxo laminar e o que o lubrificante tem coeficiente de viscosidade dinâmica μ constante. Assuma a condição de contorno de não–escorregamento junto às paredes em $r = R_i$ e $r = R_e$. Despreze os efeitos de borda e o atrito com o ar. Obtenha a expressão para a velocidade U usando as variáveis conhecidas. $\boxed{20}$



Memória não–volátil:

A densidade da água pura é 1000 kg.m^{-3}. A do ar é 1 kg.m^{-3}. O raio da Terra é $\sim$ 6400 km
O calor específico a volume constante da água é 4 J.g^{-1}K^{-1}. O do ar é 1 J.g^{-1}K^{-1}.
A pressão por causa da tensão superficial é $\Delta p = 2\sigma/R$.
$\alpha = -\frac{1}{\rho}(\frac{\partial \rho}{\partial T})_{pS}$.

Sistema de Coordenadas Cilíndrico ou Polar						
Gradiente	$\vec{\nabla} E =$	$\left(\frac{\partial E}{\partial r}\right)_{\hat{i}_r}$	$+$	$\left(\frac{1}{r}\frac{\partial E}{\partial \theta}\right)_{\hat{i}_\theta}$	$+$	$\left(\frac{\partial E}{\partial z}\right)_{\hat{i}_z}$
Divergente	$\vec{\nabla} \cdot \vec{V} =$	$\frac{1}{r}\frac{\partial (r\ u_r)}{\partial r}$	$+$	$\frac{1}{r}\frac{\partial u_\theta}{\partial \theta}$	$+$	$\frac{\partial u_z}{\partial z}$
Rotacional	$\vec{\nabla} \times \vec{V} =$	$\left(\frac{1}{r}\frac{\partial u_z}{\partial \theta} - \frac{\partial u_\theta}{\partial z}\right)_{\hat{i}_r}$	$+$	$\left(\frac{\partial u_r}{\partial z} - \frac{\partial u_z}{\partial r}\right)_{\hat{i}_\theta}$	$+$	$\left(\frac{1}{r}\frac{\partial (r\ u_\theta)}{\partial r} - \frac{1}{r}\frac{\partial u_r}{\partial \theta}\right)_{\hat{i}_z}$

$$\int sech^2(x)dx = 1 - tanh(x) + P$$

$$u_r = \frac{1}{r}\frac{\partial \psi}{\partial \theta} = \frac{\partial \phi}{\partial r} \qquad u_\theta = -\frac{\partial \psi}{\partial r} = \frac{1}{r}\frac{\partial \phi}{\partial \theta}$$

$$u = \frac{\partial \psi}{\partial y} = \frac{\partial \phi}{\partial x} \qquad v = -\frac{\partial \psi}{\partial x} = \frac{\partial \phi}{\partial y}$$

♠

Questão	1	2	3	4	5	6	7	Total
Pontos	10	10	10	10	20	20	20	100
Nota								