IOF221 - Oceanografia Dinâmica I **Prova REC** 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 o exame.

- 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 telefone.

♠

1. As afirmações a seguir são verdadeiras ou falsas? Justifique as falsas. Um item errado desta questão anula um certo.

   (a) Massa gravitacional é igual à massa inercial, fato que decorre da teoria da gravitação universal de Newton. A. Certo B. Errado [5]

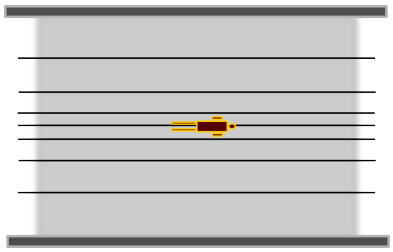
   (b) A unidade de torque é Nm, a mesma que a de trabalho. A. Certo B. Errado [5]

   (c) Dois corpos com a mesma massa e a mesma densidade, mesmo que tenham formatos diferentes, tem momentos de inércia iguais. A. Certo B. Errado [5]

   (d) A velocidade angular é um vetor paralelo ao plano de rotação e tem unidade de s^{-1}. A. Certo B. Errado [5]

   (e) A equação de Navier–Stokes foi deduzida partindo–se da conservação de massa e da equação constitutiva dos fluidos Newtonianos. A. Certo B. Errado [5]

2. Num canal muito longo, o fluxo é independente do tempo e indicado pelas linhas de corrente desenhadas na figura a abaixo. A diferença no valor da função de corrente entre linhas consecutivas é constante. O Homem de Ferro voa 10 m acima da água com velocidade idêntica à do fluxo diretamente abaixo dele.



(a) Esse fluxo é invíscido? Justifique sua resposta, baseando-se nas linhas de corrente. 5

(b) Desenhe as linhas de corrente no referencial do observador voador. 5

(c) Num outro gráfico desenhe os vetores velocidade em relação às margens numa seção perpendicular ao curso do rio. 5

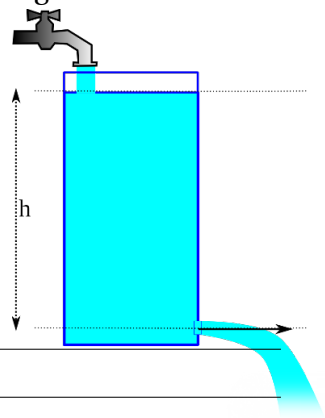
Desenhe aqui embaixo:

3. Uma caixa d'água possui um orifício em sua parte inferior como mostra a figura ao lado. 10

Uma torneira na parte superior lança água nesta caixa com o mesmo fluxo que a água sai pelo orifício, mantendo o nível h da caixa constante. Usando a equação de Bernoulli:

$$\frac{\rho u^2}{2} + \rho g z + p = B.$$

calcule a velocidade com que a água sai pelo orifício inferior.



4. Supondo a mesma notação adotada no curso, na equação 1 considere um fluxo de água no planeta Terra com: 15

- escala de velocidade horizontal de 1 m.s^{-1} e vertical de 0.1 m.dia^{-1};
- escala de tempo para que a velocidade horizontal mude significativamente de 2.5 dias e para a vertical, 2 semanas;
- escala de distância para que a velocidade horizontal mude significativamente de 200 km e para a vertical, 50 km;
- gravidade aparente constante e vertical de 10 m.s^{-2};
- coeficiente de viscosidade cinemática turbulenta de 10^{-3} m^2.s^{-1};

$$\frac{D\vec{u}}{Dt} = -\frac{1}{\rho}\vec{\nabla}p \; + \; \nu\vec{\nabla}^2\vec{u} \; + \; (g_n + \Omega^2\vec{R}) \; - \; 2\vec{\Omega}\times\vec{u}. \tag{1}$$

Use os valores dados, retenha os termos dominantes e responda: Qual o valor (ordem de grandeza e unidades) aproximado do gradiente horizontal de pressão?

5. O vórtice de Rankine tem duas regiões distintas. Demonstre matematicamente que em uma delas há dissipação viscosa e na outra não. 15
O Laplaciano vetorial em coordenadas cilíndricas pode ser útil:

$$\vec{\nabla}^2\vec{V} = \left(\nabla^2 u_r - \frac{u_r}{r^2} - \frac{2}{r^2}\frac{\partial u_\theta}{\partial\theta}\right)_{\vec{i_r}} + \left(\nabla^2 u_\theta + \frac{2}{r^2}\frac{\partial u_r}{\partial\theta} - \frac{u_\theta}{r^2}\right)_{\vec{i_\theta}} + \left(\nabla^2 u_z\right)_{\vec{i_z}}$$

onde, em coordenadas cilíndricas, $\vec{V} = u_r(r,\theta,z)_{\vec{i_r}} + u_\theta(r,\theta,z)_{\vec{i_\theta}} + u_z(r,\theta,z)_{\vec{i_z}}$ e

$$\nabla^2 E = \frac{1}{r}\frac{\partial}{\partial r}\left(r\frac{\partial E}{\partial r}\right) + \frac{1}{r^2}\frac{\partial^2 E}{\partial\theta^2} + \frac{\partial^2 E}{\partial z^2} \text{ onde } E = u_r \text{ ou } E = u_\theta \text{ ou } E = u_z.$$

6. Suponha que o oceano global se aqueceu em média 0.1 °C num dado período. Aquecimento implica em expansão portanto haverá uma diferença na altura da superfície em relação ao passado. É possível medir essa diferença com um satélite altímetrico cuja precisão na medida da anomalia da altura da superfície do mar é 2 cm? Responda sim ou não e justifique a sua resposta. 20

Isto pode ser útil: a profundidade média do oceano é 5 km, o coeficiente de expansão térmica é 69×10^{-6} K^{-1} e a densidade média é 1028 $kg.m^{-3}$.

Questão	1	2	3	4	5	6	Total
Pontos	25	15	10	15	15	20	100
Nota							