

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.

(a) A equação constitutiva dos fluidos Newtonianos é uma forma da conservação de momentum linear. 5

A. () Verdadeiro B. () Falso

(b) A fórmula da difusão de Fick vista em aula nos permitiu calcular a variação temporal do fluxo que vai contra o gradiente da concentração de uma substância qualquer. 5

A. () Verdadeiro B. () Falso

(c) Dois corpos quaisquer, desde que tenham a mesma massa e o mesmo volume, tem momentos de inércia idênticos. 5

A. () Verdadeiro B. () Falso

(d) Ao se curvar a interface entre ar e água é gerada uma força devida à tensão superficial pois a área da interface aumenta. 5

A. () Verdadeiro B. () Falso

(e) A taxa de deformação por cisalhamento pode ser quantificada pelo tensor simétrico 5

$$\frac{\partial u_i}{\partial 2x_j} + \frac{\partial u_j}{\partial 2x_i} \text{ com } i \neq j.$$

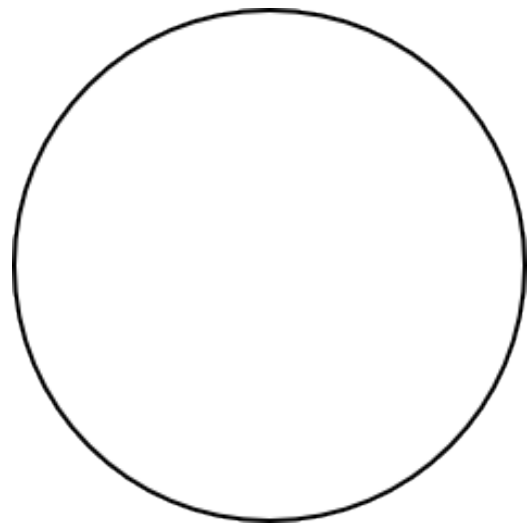
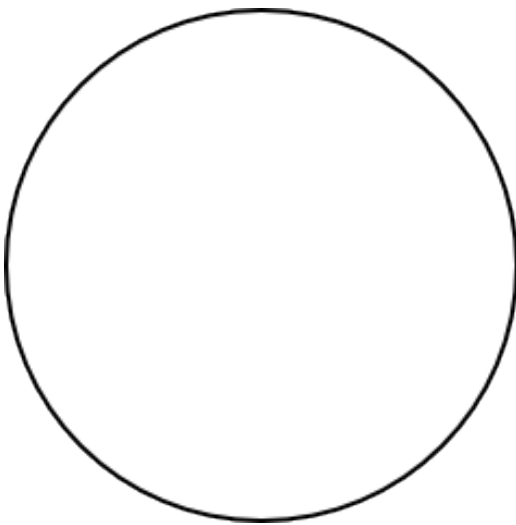
A. () Verdadeiro B. () Falso

(f) A equação de Navier–Stokes se aplica à circulação nos oceanos, na atmosfera da Terra, no aquário do Sr. Diretor, na atmosfera de Júpiter, num copo de álcool e nos canos de água das casas. 5

A. () Verdadeiro B. () Falso

2. Suponha que num tanque cilíndrico com meio metro de raio há um fluxo da seguinte forma:

$$\begin{cases} u_r = 0 \\ u_\theta = \sin\left(\frac{\pi r}{0.3}\right) & \text{se } 0 \leq r \leq 0.3m \text{ ou} \\ u_\theta = 0 & \text{se } r > 0.3m \\ u_z = 0. \end{cases}$$



(a) Desenhe no tanque da esquerda 9 linhas de corrente relevantes num referencial em repouso em relação ao tanque. Explique sua resposta.

5

(b) Faça o mesmo para um referencial que gira em torno do centro do tanque com velocidade angular igual a 6.666 rad.s^{-1} . Explique sua resposta.

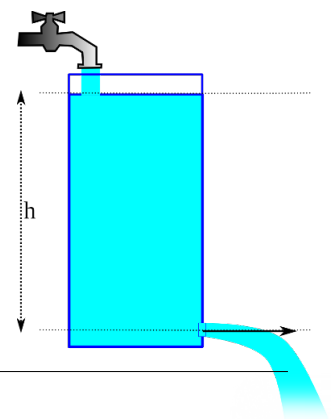
10

3. Uma caixa d'água possui um orifício de 1cm^2 em sua parte inferior como mostra a figura.

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 (caso 1). Ainda mantendo o h constante, aumentamos o diâmetro do furo para 2cm^2 (caso 2). Discuta quantitativamente como variam a velocidade e o fluxo de volume pelo furo nos 2 casos. Dica: esta é a equação de Bernoulli:

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



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 $1 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ e vertical de $0.1 \text{ m}\cdot\text{dia}^{-1}$;
- 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 $10 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$;
- coeficiente de viscosidade cinemática turbulenta de $10^{-3} \text{ m}^2\cdot\text{s}^{-1}$;

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

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

