

## 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 regra abaixo anulará o teu 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 celular.



1. As afirmações a seguir são certas ou erradas? Uma errada anula uma certa. Justifique as erradas.

- (a) O tensor  $\omega_i = \epsilon_{ijk} \frac{\partial u_k}{\partial x_j}$  representa a vorticidade e seus termos diagonais representam a deformação por compressão. A. Certo B. Errado 5

---



---



---

- (b) A Lei de Fourier para a difusão do calor é uma equação que nos permite fazer diagnósticos, mas não previsões. A. Errado B. Certo 5

---



---



---

- (c) Fluxos irrotacionais e incompressíveis são consequentemente invíscidos. A. Certo B. errado 5

---



---



---

- (d) Num canudinho em repouso dentro de um copo de líquido puro a tensão superficial sempre puxa a interface líquido-ar para cima na parte interna do canudinho. A. Errado B. Certo 5

---



---



---

- (e) A pressão hidrostática num ponto independe da direção considerada. A. Errado B. Certo 5

---



---



---

2. Considere o campo de velocidades dado por

$$\begin{cases} u = a(x^2 + y^2) \\ v = -2axy \\ w = 0 \end{cases}$$



---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

4. Considere a **equação de Navier–Stokes** na notação usual e responda:

$$\rho \frac{D\vec{u}}{Dt} = -\vec{\nabla}p + \mu \nabla^2 \vec{u} + \rho \vec{g} + \rho(\vec{\Omega} \times (\vec{\Omega} \times \vec{r})) - 2\rho\vec{\Omega} \times \vec{u}.$$

(a) Explique que simplificações devemos fazer para que o balanço dominante seja entre a força de Coriolis e o gradiente de pressão. 5

---

---

---

(b) Explique que simplificações devemos fazer para que o balanço dominante seja entre o fluxo vertical de momentum e a força de Coriolis. 5

---

---

---

(c) Que termos são dominantes para o cálculo realístico do fluxo no Rio Tamanduateí? Assuma fluido Newtoniano (apesar das aparências). 5

---

---

---



- (b) Simplifique o resultado anterior para o caso  $\omega_1 = \omega_2$ . Fisicamente o que representa esse fluxo? 5

---

---

---

---

---

- (c) Simplifique o resultado anterior para o caso  $r_2 \rightarrow \infty$  e  $\omega_2 \rightarrow 0$ . Fisicamente o que representa esse fluxo? 5

---

---

---

---

---

- (d) Simplifique o resultado anterior para o caso  $r_1 \rightarrow 0$  e  $\omega_1 \rightarrow 0$ . Fisicamente o que representa esse fluxo? 5

---

---

---

---

---

- (e) Substitua  $u_\theta$  na equação para a direção  $r$  e dê a solução  $p(r)$ . Interprete fisicamente os casos onde o raio  $r$  é "pequeno" e quando  $r$  é "grande" 5

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---



Questão	1	2	3	4	5	Total
Pontos	25	15	15	15	30	100
Nota						

**Memória não-volátil:**

O tensor alternante  $\epsilon_{ijk}$  é definido como:

$$\epsilon_{ijk} = \begin{cases} 1 & \text{se } ijk = 123, 231, 312, \\ 0 & \text{se quaisquer dois índices forem iguais,} \\ -1 & \text{se } ijk = 321, 213, 132. \end{cases}$$

A lei de Fourier é  $\vec{q}_t = -k_t \vec{\nabla} T$  onde  $k_t$  é o coeficiente positivo de condutividade térmica.

A equação da continuidade é:

$$\frac{\partial \rho}{\partial t} + \frac{\partial \rho u_j}{\partial x_j} = 0.$$

Esta é a definição de  $\psi$   
em coords. cartesianas:

$$\begin{cases} u = \frac{\partial \psi}{\partial y} \\ v = -\frac{\partial \psi}{\partial x}. \end{cases}$$

Esta é a definição de  $\psi$   
em coords. cilíndricas:

$$\begin{cases} u_r = \frac{1}{r} \frac{\partial \psi}{\partial \theta} \\ u_\theta = -\frac{\partial \psi}{\partial r}. \end{cases}$$