

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. Considerando a segunda lei da termodinâmica, argumente porque o coeficiente de condutividade térmica é sempre positivo.

5

2. Considerando o tensor $e_{ij} = \frac{\partial u_i}{\partial x_j}$, como são e o que representam fisicamente as componentes diagonais e não-diagonais?

5

3. Baleias nadam grandes distâncias e podem ser usadas como plataforma de coleta de dados, basta prendermos um sensor de temperatura, salinidade e pressão dotado de GPS, transmissor e antena. Com este aparato, enquanto estiver viva e transmitindo dados, a baleia é um instrumento Lagrangeano ou Euleriano? Justifique.

5

4. Considere um volume de água que é capturado por um vórtice. Suponha ainda que esse volume é um sistema termodinâmico adiabático e fechado. O vórtice o faz girar e o carrega para oeste, portanto adiciona energia cinética de rotação e de translação ao referido sistema termodinâmico. Considerando a primeira lei da termodinâmica ($Q + W = \Delta e$), o valor de Δe muda? Justifique sua resposta.

5

5. Considere um volume V cuja superfície externa é A . Para que a massa se conserve, a taxa de aumento de massa dentro de V tem de ser igual ao fluxo de massa para dentro da área A , ou seja:

$$\int_V \frac{\partial \rho}{\partial t} dV = - \int_A \rho \vec{u} \cdot d\vec{A}.$$

10

Aplique o Teorema de Gauss ao lado direito da equação acima para obter a equação da continuidade (ao lado) e interprete-a.

$$\frac{\partial \rho}{\partial t} + \vec{\nabla} \cdot \rho \vec{u} = 0$$

6. Num tanque é possível fazer boiar uma moeda de alumínio de 1cm de raio (r) e 0.5mm de espessura (h). A água está pura ou contaminada com o poluente abaixo descrito? Justifique quantitativamente a sua resposta, levando em conta que a 25°C a densidade ρ do alumínio é 2.7 gm^{-3} , a tensão superficial σ_a da água pura é de $71 \times 10^{-3} \text{ Nm}^{-2}$ e a tensão superficial σ_p do poluente orgânico apolar e menos denso que a água é $22 \times 10^{-3} \text{ Nm}^{-2}$. A aceleração gravitacional local g é 10 ms^{-2} .

10

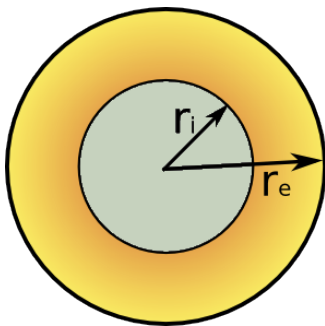
(b) Estime, também em $W m^{-2}$, o fluxo difusivo de calor aplicando a lei de Fourier[†]. Use-a nessa mesma região de 50 m de espessura junto à termoclina, portanto a 150 m de profundidade, onde a temperatura varia de $5\text{ }^\circ C$. Assuma um coeficiente de difusão térmica constante $k_m = 0.58 W m^{-1} K^{-1}$.

10

(c) O que você conclui sobre o efeito da difusão molecular em relação ao da difusão turbulenta nesse caso específico?

5

9. Considere dois cilindros vistos de cima na figura abaixo. O interno, de raio r_i está parado e o externo, de raio r_e se move com velocidade angular Ω . Considere o fluxo laminar e o coeficiente de viscosidade dinâmica μ constante. Assuma a condição de contorno de não-escorregamento junto às paredes do cilindro. Esta é a versão mais simples desse problema que já foi tratado por:



- Newton,
- Taylor,
- Stokes,
- Couette,
- Chandrasekar e outros notáveis. Agora é a sua vez.

(a) Obtenha o perfil de velocidades $u_\theta(r)$ em função das variáveis conhecidas.

10

[†]Dica: Parece com a de Fick.

- (b) Obtenha a tensão de cisalhamento em qualquer ponto do fluido em função das variáveis conhecidas.

10

- (c) Esboçe o perfil de velocidades.

5



Questão	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Total
Pontos	5	5	5	5	10	10	10	25	25	100
Nota										