

Data: 30 de outubro de 2020

Aluno: _____

Nota:

Questão 1 (5,0 pontos) – Um fluido escoar em regime permanente e por gravidade, formando uma película em um plano inclinado. O perfil de velocidade é dado pela equação abaixo:

$$u(y) = \frac{\rho g \sin \theta}{\mu} \left[hy - \frac{y^2}{2} \right]$$

em que, ρ é a massa específica do fluido, g é a aceleração da gravidade, θ é o ângulo entre a superfície inclinada e a horizontal, μ é a viscosidade dinâmica e h é a espessura da película de fluido. O eixo longitudinal (x) está sobre a superfície inclinada na direção do escoamento, o eixo vertical (y) é perpendicular à esta superfície e o eixo transversal (z) é perpendicular a x sobre a superfície. Sobre a superfície considere $y = 0$. O fluido em questão é incompressível e Newtoniano. Sabe-se que $0 < x < L$, $0 < y < h$ e $0 < z < w$.

- a) (0,5) Defina a condição de não-deslizamento aplicada a escoamentos sobre superfícies sólidas. Inclua os conceitos de camada limite e escoamento livre na resposta.
- b) (0,5) Escreva a dimensão (sistema MLTt) e a unidade no SI de todas as variáveis utilizadas na questão.
- c) (0,5) Esquematize o escoamento (perfil de velocidade) sobre a superfície inclinada.
- d) (1,0) Encontre uma expressão algébrica para a força de cisalhamento sobre a superfície inclinada devido ao escoamento do fluido.
- e) (1,0) Escreva a equação matemática (definindo cada uma das variáveis) e explique o significado físico do número adimensional de Reynolds. Indique a sua principal aplicação no estudo de escoamentos.
- f) (0,5) Apresente uma forma de cálculo do número de Reynolds para o escoamento sobre a placa inclinada.
- g) (0,5) Explique o conceito de vazão mássica e explique como você calcularia para o exemplo deste exercício.
- h) (0,5) Classifique o escoamento do exercício com base nas seguintes categorias: Viscoso vs. Invíscido, Laminar vs. Turbulento, Interno vs. Externo, Incompressível vs. Compressível, Uni vs. Bidimensional.

Questão 2 (3,0 pontos) – A estática dos fluidos trata dos problemas associados aos fluidos em repouso em que não existe movimento relativo entre as camadas adjacentes de fluido. O projeto de muitos sistemas de engenharia, como represas e tanques de armazenamento líquidos, exige a determinação das forças que agem sobre as superfícies usando a teoria da estática dos fluidos.

- a) (1,5) Explique, detalhadamente com base na teoria estudada, os passos para a dedução da equação geral vetorial da estática dos fluidos.
- b) (1,5) Deduza o cálculo da força hidrostática resultante sobre uma comporta de seção retangular totalmente submersa de um dos lados e inclinada em relação à horizontal. Adote as informações que julgar necessárias.

Questão 3 (2,0 pontos) – Num certo dia calmo, uma inversão térmica moderada faz a temperatura permanecer constante em T [°C]. Nestas condições, considere o ar (massa específica ρ [kg/m³]) como gás ideal e que a hipótese de fluido incompressível não é válida. A constante universal dos gases vale R [J/kg.K] e o calor específico a pressão constante é igual a c_p [J/kg.K]. A pressão atmosférica ao nível do mar vale p_{atm} [Pa] e a aceleração da gravidade é igual a g [m/s²].

- a) (1,5) Deduza uma expressão algébrica para o cálculo da altura necessária em metros para que ocorra a redução de X [%] na pressão atmosférica.
- b) (0,5) Considerando uma mesma altitude, compare a redução de pressão observada para o ar atmosférico do caso anterior em relação ao caso do ar atmosférico incompressível.