

Mecânica dos Fluidos 1

Prof. Rafael Gabler Gontijo - UnB

Lista 1 - Unidades, conceitos, propriedades e cinemática dos Fluidos

Questão 1

Um estudante compra um ar condicionado de janela de 5000 BTU para o quarto de seu apartamento. Ele monitora o ar condicionado durante uma hora em um dia quente e determina que ele opera aproximadamente 60 por cento do tempo (ciclo de trabalho = 60 por cento) para manter o quarto à temperatura quase constante. (a) Mostrando seus cálculos e utilizando as razões de conversões de unidades, calcule a taxa de transferência de calor para o quarto através das paredes, janelas, etc, em unidades de Btu/h e kW. (b) Se a razão de eficiência de energia (EER) do ar condicionado é de 9.0 e a eletricidade custa 7.5 centavos de dólar por quilowatt-hora, calcule o quanto custa (em centavos) para o estudante manter o ar condicionado funcionando durante uma hora.

Questão 2

O peso das pessoas pode mudar um pouco de um local para outro, como resultado da variação da aceleração da gravidade g com a elevação. Considerando que o módulo da aceleração da gravidade na terra pode ser modelado pela seguinte expressão: $g = a - bz$, em que $a = 9.807 m/s^2$, $b = 3.32 \times 10^{-6} s^{-2}$ e z representa a altitude local, determine o peso de uma pessoa de 80 kg ao nível do mar ($z = 0$), em Denver ($z = 1.610 m$) e no topo do monte Everest ($z = 8.848 m$).

Questão 3

Ar entra em um difusor a uma velocidade de 200 m/s. Determine (a) a velocidade do som e (b) o número de Mach na entrada do difusor quando a temperatura do ar é de $30^\circ C$.

Questão 4

A medição da viscosidade de um fluido envolve a geração de um escoamento reológico, ou seja, um escoamento que será usado para fins de medição de viscosidade. Um dos escoamentos reológicos mais conhecidos é o escoamento de Taylor-Couette, que consiste em um escoamento gerado no espaçamento anular entre cilindros concêntricos. Nesse contexto, considere um cilindro interno com diâmetro de 12cm. O espaçamento anular entre o cilindro interno e o cilindro externo é de 0.15 cm. Nesse espaçamento um fluido é adicionado. O cilindro interno é rotacionado com uma velocidade de 300 rpm. Se ambos os cilindros possuem 40 cm de comprimento e o torque medido no cilindro interno é de 1.8 N.m, determine a viscosidade desse fluido.

Questão 5

Um tubo de vidro de 0.6mm de diâmetro é mergulhado num copo com água a $20^\circ C$. Determine a ascensão capilar da água no tubo. Considere para isso que a tensão superficial da água à $20^\circ C$ é $\sigma = 0.073 N/m$ e que o ângulo de contato formado entre a água e o vidro é de 0° .

Questão 6

Usando a definição de coeficiente de expansão volumétrica e a expressão $\beta_{gasideal} = 1/T$, mostre que o percentual de aumento do volume específico de um gás ideal durante a expansão isobárica é igual ao percentual de aumento da temperatura absoluta.

Questão 7

Considere as seguintes equações paramétricas da trajetória de uma partícula material $\mathbf{X} = (X_1, X_2, X_3)$:

$$x_1 = (k + X_1)t + X_1, \quad x_2 = X_2, \quad x_3 = X_3,$$

em que k é uma constante.

1. determine a velocidade e a aceleração de uma partícula que encontra-se inicialmente na origem;
2. determine as equações paramétricas para as linhas de corrente;
3. determine a equação da linha de emissão das partículas que passam pelo ponto $\mathbf{y} = (y_1, y_2, y_3)$.

Questão 8

Considere um escoamento bidimensional caracterizado pelo seguinte campo de velocidade:

$$\mathbf{u} = (kx_1, -kx_2, 0),$$

em que k é uma constante. Considere que, no instante $t = 0$, a partícula \mathbf{X} tenha coordenadas materiais dadas por $\mathbf{X} = (X_1, X_2, X_3)$:

- (a) determine a equação da trajetória da partícula \mathbf{X} e a equação da linha de corrente passando pelo ponto $\mathbf{a} = (a_1, a_2, a_3)$. Existe alguma particularidade quando estas equações são comparadas? Justifique a sua resposta.
- (b) Considere quatro pontos materiais com coordenadas $(1, 1)$, $(1, 2)$, $(2, 2)$ e $(2, 1)$ no instante $t = 0$. Encontre a posição destes pontos para $t = 1, 3, 5$ e 10 unidades de tempo (considere $k = 1$). Explique o que acontece com as partículas ao longo do tempo.
- (c) Seja $c(\mathbf{x})$ a concentração local de algum poluente neste campo de escoamento, dada explicitamente por:

$$c(x_1, x_2; t) = \beta x_1^2 x_2 \exp(-kt),$$

com $x_2 > 0$ e β constante. Determine a taxa de variação da concentração seguindo o movimento de uma partícula material.

Questão 9

Considere o seguinte campo de escoamento:

$$\mathbf{u}(\mathbf{x}, t) = (x_1 x_2)^2 \mathbf{e}_1 + x_3 \exp(-\alpha t) \mathbf{e}_2 + \cos(2x_1 x_3) \mathbf{e}_3.$$

Calcule:

1. a aceleração local do fluido;
2. a aceleração convectiva do fluido;
3. o tensor gradiente de velocidade $\nabla \mathbf{u}$;
4. o divergente do campo de velocidade, $\nabla \cdot \mathbf{u}$;
5. o rotacional do campo de velocidade, $\nabla \times \mathbf{u}$.