

# MECÂNICA DOS FLUIDOS

## LISTA DE EXERCÍCIOS 8

### Análise dimensional e similaridade

1. Medições da altura de líquido a montante de uma obstrução colocada em um escoamento de canal aberto podem ser usadas para determinar a vazão em volume. Tais obstruções, projetadas e calibradas para medir a vazão em um canal aberto são chamadas de *vertedores*. Admita que a vazão em volume  $Q$ , sobre um vertedor é uma função da altura a montante,  $h$ , da gravidade,  $g$ , e da largura do canal,  $b$ . Use a Análise Dimensional para determinar a dependência funcional de  $Q$  em relação às outras variáveis. (Resposta:  $Q = h^2 (gh)^{1/2} f(b/h)$ )
2. Sabe-se que a capacidade de carga,  $W$ , de um mancal de deslizamento depende do diâmetro,  $D$ , do comprimento,  $L$ , da folga,  $c$ , da velocidade angular,  $w$ , e da viscosidade,  $\mu$ , no mancal. Determine os parâmetros adimensionais que caracterizam este problema. (Resposta:  $W = \mu w D^2 f(l/D, c/D)$ )
3. Uma correia contínua, movendo-se verticalmente através de um banho de líquido viscoso, arrasta uma camada de líquido, de espessura  $h$ , ao longo dela. Admite-se que a vazão em volume do líquido,  $Q$ , depende de  $\mu$ ,  $\rho$ ,  $g$ ,  $h$  e  $V$ , onde  $V$  é a velocidade da correia. Aplique a análise dimensional para prever a forma de dependência de  $Q$  em relação às outras variáveis. (Resposta:  $Q = V h^2 f(\mu/\rho V h, gh/v^2)$ )
4. Para igualar números de Reynolds em escoamentos de ar e água, utilizando modelos de mesmo tamanho, qual o escoamento requererá maior velocidade? Quanto maior deve ser a velocidade? (Resposta:  $V_{ar} = 15,1 V_{agua}$ )

Dados: Viscosidades cinemáticas:  $v_{\text{água}} = 1,0 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$

$$v_{ar} = 1,51 \times 10^{-5} \text{ m}^2/\text{s}$$

5. Uma aeronave deve operar a 20 m/s no ar na condição padrão. Um modelo é construído em escala 1:20 e testado em um túnel de vento, com ar na temperatura padrão, para determinar o arrasto. Que critério deve ser considerado para se obter a semelhança dinâmica? Se o modelo for testado a 75 m/s, que pressão deve ser usada no túnel de vento? Se a força de arrasto sobre o modelo for de 250N, qual será a força sobre o protótipo? (Resposta:  $P_m = 540 \text{ kPa}$ ;  $F_p = 1,3 \text{ kN}$ )

Dados: Da análise dimensional:  $\frac{F_D}{\rho V^2 L^2} = f\left(\frac{\rho V L}{\mu}\right)$

Equação de Estado:  $P = \rho R T$

6. Medições da força de arrasto são feitas em um modelo de automóvel em um tanque de provas cheio com água doce. A escala do modelo é 1/5 em relação ao protótipo. Determine a fração da velocidade do protótipo em ar com a qual deve ser feito o teste do modelo em água, a fim de assegurar condições de semelhança dinâmica. Medições feitas em várias velocidades mostram que a razão adimensional de forças torna-se constante para velocidades de teste do modelo acima de  $V_m = 4\text{ m/s}$ . A força de arrasto medida durante um teste com esta velocidade é  $F_{Dm} = 182\text{ N}$ . Calcule o arrasto esperado sobre o veículo protótipo trafegando a  $90\text{ km/h}$  em ar.  
(Resposta:  $V_m = 0,331 V_p$ ;  $F_{Dp} = 218\text{ N}$ )

Dados: Viscosidades cinemáticas:  $\nu_{\text{água}} = 1,0 \times 10^{-6}\text{ m}^2/\text{s}$

$$\nu_{\text{ar}} = 1,51 \times 10^{-5}\text{ m}^2/\text{s}$$

$$\mu_{\text{ar}} = 1,81 \times 10^{-5}\text{ N s/m}^2; \quad \mu_{\text{água}} = 1 \times 10^{-3}\text{ N s/m}^2$$

$$\rho_{\text{ar}} = 1,225\text{ kg/m}^3; \quad \rho_{\text{água}} = 1000\text{ kg/m}^3.$$