



Universidade de São Paulo - USP

Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos - FZEA

ZEB1027 Fenômenos de Transporte – Engenharia de Biossistemas

Exercícios de fixação 08 - Análise dimensional e semelhança

- Determine o valor e as unidades do fator de conversão gravitacional g_c a fim de proporcionar consistência dimensional à 2ª lei de Newton escrita na forma: $F = \frac{1}{g_c} ma$, com as unidades no Sistema Inglês Técnico, quais sejam, força em *libra-força* (lbf), comprimento em *pé* (ft), tempo em *segundo* (s) e massa em *libra-massa* (lbm).
- (a) Usando MLT como base de dimensões, escreva as equações dimensionais da velocidade, aceleração, massa, densidade, viscosidade dinâmica e viscosidade cinemática. (b) Pretende-se estudar como a força de arrasto F sobre uma esfera imersa em uma corrente fluida depende do diâmetro D da esfera assim como da velocidade v , da viscosidade dinâmica μ e da densidade ρ do fluido. Usando (ρ, v, D) como parâmetros repetentes (e a base MLT), verifique que $F/(\rho v^2 D^2) = Eu$ (número de Euler) e $\rho v D / \mu = Re$ (número de Reynolds) surgem como adimensionais.
- Pretende-se estudar o diâmetro D das bolhas formadas por um gás ao abandonar um orifício de diâmetro d que se encontra submerso em um líquido de densidade ρ , de tensão superficial σ e de viscosidade dinâmica μ . Sendo g a aceleração gravitacional, postula-se uma relação funcional do tipo: $D = f(d, \rho, \sigma, \mu, g)$.
 - Determine números adimensionais que caracterizem este fenômeno.
 - Experimentos indicam que $D = 5,14$ mm para $d = 2,93$ mm. Impondo-se similaridade, qual é o diâmetro de bolha esperado para um orifício com 4,38 mm de diâmetro?
 - Testes foram feitos com um líquido “A” de densidade $\rho_A = 0,996$ g/cm³ e tensão superficial $\sigma_A = 70,2$ dinas/cm. Para aplicar os resultados a um líquido “B” com $\rho_B = 1,007$ g/cm³ e $\sigma_B = 58,1$ dinas/cm, estabeleça a proporção entre os diâmetros d_A e d_B dos orifícios. Dica: despreze a similaridade que seria imposta pelo número adimensional dependente da viscosidade dinâmica (trata-se, pois, de uma semelhança dita incompleta).
- A operação de uma dada bomba centrífuga é caracterizada pelas seguintes grandezas: densidade (ρ) e viscosidade dinâmica (μ) do fluido, diâmetro do rotor (D), velocidade de rotação do motor de acionamento (ω), vazão volumétrica (\dot{V}) do fluido e diferença de pressão (Δp) entre a saída e a entrada da bomba.
 - Determine números adimensionais que caracterizem a operação desta bomba.
 - Na medida em que a chamada altura manométrica H_B da bomba está relacionada à diferença de pressão Δp conforme a expressão: $\Delta p = \rho g H_B$, reescreva o número adimensional que depende de Δp em termos de H_B .
 - Quando acionada pelo motor girando a 1800 rpm, a bomba é capaz de fornecer uma vazão volumétrica de 3 L/s com 18 m de altura manométrica. Desprezando a condição de similaridade que em princípio deveria ser imposta com relação ao número adimensional que depende da viscosidade (ou seja, impondo-se semelhança incompleta), avalie a vazão volumétrica e a altura manométrica desta mesma bomba se o motor de acionamento girar com 1500 rpm.

Respostas de exercícios selecionados

- $g_c = 32,174$ (lbm·ft)/(lbf·s²)
- (a) $[v] = LT^{-1}$; $[a] = LT^{-2}$; $[m] = M$; $[\rho] = ML^{-3}$; $[\mu] = ML^{-1}T^{-1}$; $[\nu] = L^2T^{-1}$
- (b) 7,68 mm; (c) $d_A/d_B = 1,105$
- (c) vazão volumétrica = 2,5 L/s; altura manométrica = 12,5 m