ESCOLA POLITÉCNICA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO – ENGENHARIA MECÂNICA

PME2237 MECÂNICA DOS FLUIDOS XI

Prova de recuperação 30.7.2010 Duração: 100 minutos

1. **(4,0)** Pretende-se realizar o ensaio de um modelo de submarino para determinar a força exercida sobre o seu sonar, que se projeta para fora do casco. Sabe-se que as variáveis independentes envolvidas no fenômeno a ser analisado são: ρ: massa específica do fluido; V: velocidade de deslocamento do submarino; L: dimensão linear característica; μ: viscosidade dinâmica.
A função dimensional do problema é dada por: Fa= f(ρ; V; L; μ).

1.1. (0,5) Verificar a homogeneidade dimensional da equação acima.
1.2. (0,5) Expor a fórmula dimensional de todas as variáveis presentes na equação dimensional.
1.3. (0,3) Identificar o número de parâmetros adimensionais envolvidos no problema. (0,7) Justificar a resposta.
1.4. (0,3) Determinar o número e escolher as variáveis repetitivas ou base. (0,7) Justificar a resposta.
1.5. (1,0) Obter de forma explícita os parâmetros adimensionais envolvidos no fenômeno.

2. **(3,0)** Na instalação da figura, tem-se:

- um reservatório fechado com água até uma altura de 3m acima do eixo de conduto acoplado e na sua parte superior gás a uma pressão p_o = 20.000 N/m²
- uma bomba centrífuga com curva característica dada pela equação
Hm = 50 – 14000 Q^2, com Hm em metros e Q em m³/s.
- um conduto horizontal de comprimento L= 100 m, diâmetro D= 0,05m , rugosidade média ε= 0,8 mm , coeficiente de perda de carga singular na entrada do conduto Ke= 1,0 e saída livre ao seu final
- um manômetro diferencial de mercúrio registrando um desnível de 0,20m pela presença do registro no conduto.

Considerando estes dados, determinar:

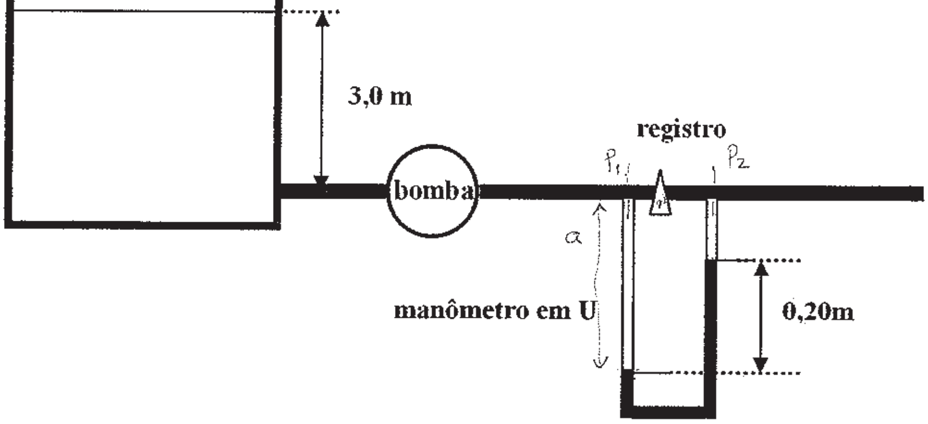
2.1. A vazão Q em m³/s (1,0 ponto).
2.2. A potência no eixo da bomba, sabendo que seu rendimento é 75% (1,0 ponto).
2.3. A pressão efetiva na seção de entrada da bomba (1,0 ponto)

Dados:

$$\gamma = 10.000\ \text{N/m}^3\ ;\quad \gamma_{Hg} = 136000\ \text{N/m}^3\ ;\quad \nu = 10^{-6}\ \text{m}^2/\text{s}\ ;\quad g = 10\ \text{m/s}^2$$

$$\text{Equação de Colebrook}: \frac{1}{\sqrt{f}} = -2\log_{10}\left(0,27\frac{\varepsilon}{D} + \frac{2,51}{\text{Re}\sqrt{f}}\right)$$

0,00432



$$p_1 + a\,\gamma_a - 0,20\,\gamma_{Hg} - (\cancel{a} - 0,20)\gamma_a = p_2$$

$$p_1 - p_2 = 0,20(\gamma_{Hg} - \gamma_a)$$

3. **(3,0)** Um jato de água é aplicado sobre uma das faces laterais de um carrinho que pode se mover **sem** atrito sobre o plano horizontal, como mostrado na Figura 3. Na face lateral oposta, o carrinho encontra-se apoiado em uma mola ideal com constante k = 2 kN/m.

Sabendo que o jato é formado em um bocal com áreas de seções transversais iguais a A_1 = 10 cm² e A_2 = 2,5 cm² e que a pressão manométrica da água na seção de entrada no bocal é p_1 = 200 kPa, determine:

3.1. (1.0) velocidade média do jato na saída do bocal;

3.2. (1.0) a intensidade da força que o jato exerce sobre o carrinho;

3.3. (1.0) a deformação sofrida pela mola.

Considere que o carrinho está em equilíbrio estático, que o peso específico da água é igual a 10.000 N/m³ e que os efeitos viscosos podem ser desprezados.

Adote g= 10 m/s².

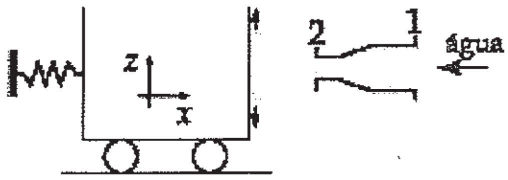


Figura 3

$$\sum_{i=1}^{n} F_{ext_i} = \frac{d}{dt}\int_{VC} \rho\, \vec{v}\, d\forall + \int_{SC} \rho\, \vec{v}\, (\vec{v} \times \vec{n}) dA$$

$$k = \frac{F}{x}$$

PME-2237 **GABARITO** **PROVA REC 2010**

1ª Questão:

1.1 $F_a = f(\rho, V, L, \mu)$

$[F_a] = \left[\dfrac{ML}{T^2}\right]$ as três dimensões são encontradas nas variáveis independentes.

1.2 $[F_a] = \dfrac{M}{LT^2}; (\rho) = \dfrac{M}{L^3}; [V] = \dfrac{L}{T}; [L] = L < [\mu] = \dfrac{M}{LT}$

1.3 $\left.\begin{matrix} n = 5 \\ r = 3 \end{matrix}\right] \Rightarrow n - r = 5 - 3 = 2$ grupos adimensionais independentes.

1.4 a 1.5

$\pi_1 = \rho^{a_1} V^{b_1} C^{c_1} F_a^{d_1}$

$\pi_1 \dfrac{\rho V^2 L^2}{F_a}$

$\pi_2 = \rho^{a_2} V^{b_2} L^{c_2} \mu^{d_2}$

$\pi_2 \dfrac{\mu}{\rho VL} ou \pi_2^1 \dfrac{\rho VL}{\mu}$

2ª Questão

2.1 Q = 0.0065 m^3/s

2.2 W_B = 4282 watts

2.3 ρ_e = - 63100 N/m^2

3ª Questão

3.1 $\begin{cases} V_1 = 5{,}17 \text{ m/s} \\ V_2 = 20{,}67 \text{ m/s} \end{cases}$

3.2 $R = 106{,}7$ N

$\vec{F} = 106{,}7 \text{ N } (-\vec{i})$

3.3 $\Delta x = \dfrac{F}{k} = 53\text{mm}$