EM 561 – MECÂNICA DOS FLUIDOS II
1ª Prova - 22/04/2008 - GABARITO
Consulta permitida a uma folha sulfite contendo fórmulas
Turmas A e Especial: Prof. Antonio C. Bannwart
Turma C: Prof. Carlos A. Altemani

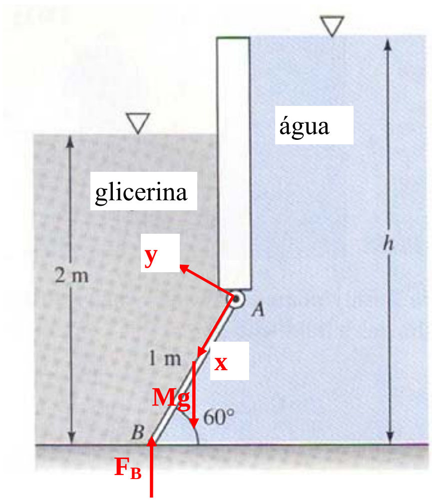
NOME DO ALUNO:______________________________________**RA:**______________**TURMA**_____

INSTRUÇÕES:

1. A duração desta prova é de 2 horas.
2. Leia a prova toda antes de tentar resolvê-la.
3. Qualquer dado que o aluno julgar necessário e que não tenha sido fornecido deve ser assumido.
4. A interpretação do texto faz parte da prova.
5. Devolver a folha de questões e entregar a folha de fórmulas ao final da prova.

QUESTÕES:

1) (Valor: 3,0 pontos) A comporta AB mostrada na figura tem uma massa homogênea de 180 kg, 1,2 m de largura, é articulada em A e está apoiada em um fundo liso em B. Para que profundidade h da água a força em B será nula? Dados: $\rho_{água} = 998$ kg/m^3 ; $\rho_{glicerina} = 1260$ kg/m^3



Solução:

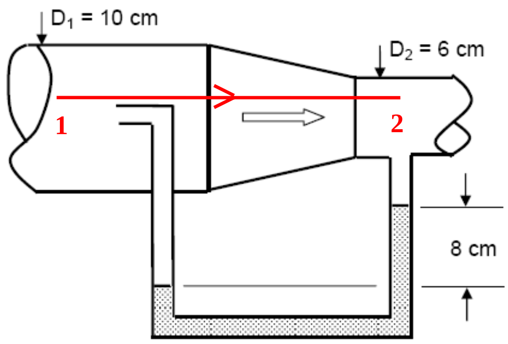
Considerando $F_B = 0$ a soma dos momentos em relação ao ponto A resulta em:

$$\int_0^1 x(1260)(9,81)(2 - 1.\cos 30^o + x\cos 30^o)(1,2)dx + 180(9,81)(0,5.\cos 60^o) =$$

$$\int_0^1 x(998)(9,81)(h - 1.\cos 30^o + x\cos 30^o)(1,2)dx$$

Logo:

$$12691,8 + 441,5 = 5874,2\,h - 1695,7 \quad \Rightarrow \quad h = 2,52\ m$$



2) (Valor: 3,0 pontos) A figura indica um trecho de uma tubulação com escoamento de ar, com densidade ρ_{ar} = 1,2 kg/m^3. O fluido manométrico é óleo, com densidade ρ_o = 827 kg/m^3. Desprezando perdas por atrito, pede-se:
 a) determinar a vazão de ar em m^3/s;
 b) a leitura em cm que o manômetro indicaria se suas duas tomadas fossem estáticas.

Solução:

a) A equação de Bernoulli entre os pontos 1 e 2 com a mesma cota vertical se torna

$$p_1 + \frac{\rho_{ar} V_1^2}{2} = p_2 + \frac{\rho_{ar} V_2^2}{2} = p_o$$

onde p_o é a pressão de estagnação do escoamento. O manômetro registra a diferença p_o - p_2, isto é:

$$p_o - p_2 = (827 - 1{,}2)(9{,}81)(0{,}08) = 648{,}1\ Pa$$

Com esse resultado, a equação anterior fornece:

$$V_2 = 32{,}87\ m/s$$

Logo, a vazão de ar será:

$$Q = 0{,}0929\ m^3/s$$

b) Um manômetro com duas tomadas estáticas indicaria a diferença p_1 - p_2 . Mas, da conservação da massa:

$$V_1 = \left(\frac{6}{10}\right)^2 V_2 = 11{,}83\ m/s$$

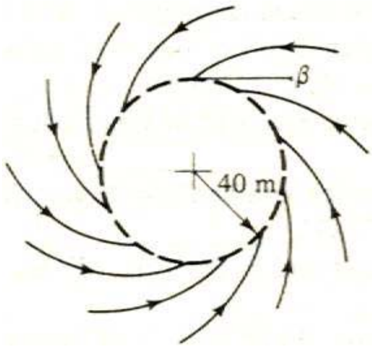
Portanto:

$$p_1 - p_2 = \frac{1{,}2}{2}\left(32{,}87^2 - 11{,}83^2\right) = 564{,}3\ Pa$$

Logo, a leitura do manômetro seria:

$$h = \frac{564{,}3}{(827 - 1{,}2)(9{,}81)} = 7\ cm$$

(Valor: 4,0 pontos) A configuração vórtice-sorvedouro indicada na figura pode simular o escoamento devido a um furacão estacionário, num raio maior que 40 *m*, como indicado. Na posição $r = 40\ m$, a pressão é 1500 *Pa* menor que a pressão atmosférica medida longe do centro do furacão e a massa especifica do ar é igual a 1,2 kg/m^3. A vazão volumétrica de ar na posição $r = 40\ m$ é igual a 5.000 m^3/s por metro de profundidade normal ao plano da figura. Determine:



a) a velocidade total V (*m/s*) em $r = 40\ m$;
b) a intensidade q do sorvedouro e a intensidade K do vórtice, em (m^2/s);
c) a pressão (*Pa*) na posição $r = 100\ m$ relativa à pressão longe do centro;
d) o ângulo β com que as linhas de corrente cruzam o raio $r = 40\ m$.

Solução:

a) Pela equação de Bernoulli entre um ponto longe do centro e um ponto situado em r= 40 m:

$$p_\infty + \underbrace{\frac{\rho V_\infty^2}{2}}_{=0} = p_{40} + \frac{\rho V_{40}^2}{2} \quad \underbrace{\Rightarrow}_{p_\infty - p_{40} = 1500\,Pa} \quad V_{40} = \sqrt{\frac{2.(1500)}{1,2}} = 50\ m/s$$

b) A função-corrente do campo ilustrado na figura é: $\psi = -\frac{K}{2\pi}\ln r - \frac{q\theta}{2\pi}$. Assim:

$$V_r = \frac{1}{r}\frac{\partial\psi}{\partial\theta} = -\frac{q}{2\pi r} \qquad e \qquad V_\theta = -\frac{\partial\psi}{\partial r} = \frac{K}{2\pi r}$$

Temos: q = 5.000 m^2/s, e portanto, na posição $r = 40\ m$:

$$V_{r,40} = -\frac{5000}{2\pi.(40)} = -19,9\ m/s \qquad \Rightarrow \qquad V_{\theta,40} = \sqrt{V_{40}^2 - V_{r,40}^2} = \sqrt{(50)^2 - (-19,9)^2} = 45,6\ m/s$$

Logo:

$$K = 2\pi(40)(45,6) = 11.460\ m^2/s$$

c) Em $r = 100\ m$ as componentes de velocidade serão:

$$V_{r,100} = -\frac{5000}{2\pi.(100)} = -7,96\ m/s \qquad e \qquad V_{\theta,100} = \frac{11460}{2\pi.(100)} = 18,2\ m/s \quad \Rightarrow \quad V_{100} = 19,9\ m/s$$

Logo: $$p_\infty + \underbrace{\frac{\rho V_\infty^2}{2}}_{=0} = p_{100} + \frac{\rho V_{100}^2}{2} \qquad \Rightarrow \qquad p_{100} - p_\infty = -1,2.\frac{19,9^2}{2} = -237,6\ Pa$$

d) O ângulo β é dado por:

$$\text{sen}\,\beta = \frac{|V_{r,40}|}{V_{40}} = \frac{19,9}{50} \quad \Rightarrow \quad \beta = 23,5^\circ$$