Nº USP _____ NOME LEGÍVEL_____GABARITO_____

Prova de Laboratório **PME 3230 Mecânica dos Fluidos I** **8.12.17**

A experiência de escoamento laminar realizada no Lab. de Mecânica dos Fluidos repete a experiência de Reynolds e permite o traçado das suas linhas piezométrica e de carga ou energia. Em um dos ensaios realizados foram obtidos os valores da tabela 1.

$$Re = \frac{V\,D}{\nu}$$

		D(mm)=	7,01	viscosidade cinemática=		1E-06	(m2/s)		
	P1	P2	P3	P4	T	Vol	Q	v		
	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(s)	(ml)	(ml/s)	(m/s)	Reynolds	escoamento
1	413,0	410,0	409,0	406,0	73,0	85,0				
2	413,0	408,0	406,0	402,0	64,9	110,0				
3	412,0	405,0	402,0	397,0	62,1	146,0				
4	411,0	402,0	397,0	392,0	66,4	184,0	2,77	0,072	503	laminar
5	407,0	399,0	394,0	387,0	62,5	193,0				
6	402,0	386,0	376,0	363,0	38,2	213,0				
7	384,0	352,0	334,0	312,0	23,5	228,0				

Tabela 1

1. (0,50) Determinar a vazão para a medida 4 e redigir o resultado na tabela 1. (0,50) Apresentar a(s) expressão(ões) literal(ais) e a sequência completa de cálculos numéricos, indicando unidades.

2. (0,50) Determinar o número de Reynolds referente à medida 4 e redigi-lo na tabela 1. (0,50) Apresentar a(s) expressão(ões) literal(ais) e a sequência completa de cálculos numéricos, indicando unidades.

$$Q = \frac{Vol}{T} \qquad Q_4 = \frac{184,0}{66,4} \qquad Q_4 = 2,77\ ml/s$$

$$V = \frac{Q}{A} \qquad V_4 = \frac{4\,x\,2,77\,x\,10^{-6}}{\pi\,(7,01\,x\,10^{-3})^2}\ \frac{m^3}{s\ m^2}$$

$$V_4 = \frac{11,08}{154,38} = 0,072\ m/s$$

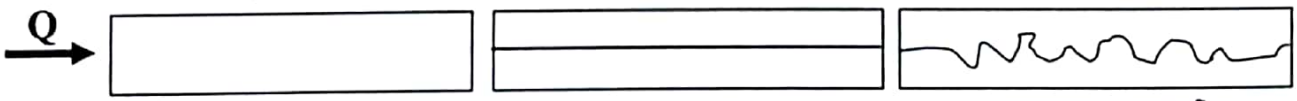
$$Re_4 = \frac{V\ D}{\nu} \qquad Re_4 = \frac{0,072\,x\,7,01\,x\,10^{-3}}{10^{-6}} = 503$$

3. (1,00) Identificar e justificar a condição de escoamento referente à medida 4 e redigi-la na tabela 1.

Números de Reynolds inferiores a 2000 (3000) caracterizam escoamentos laminares.

4. Identificar as condições de escoamento nos tubos encontrados nas figuras 4.1 a 4.3, onde o fluido do escoamento principal é água, incolor, e o corante é escuro. (0,50) Justificar a resposta para a fig. 4.3.

Fig. 4.1 (0,50) Fig. 4.2 (0,50) Fig. 4.3 (0,50)



esc. TURBULENTO esc. LAMINAR esc. DE TRANSIÇÃO

O escoamento de transição mostra o início da influência dos efeitos cinéticos. As tensões de cisalhamento atuam em toda a seção de escoamento restringindo as ações cinéticas parcialmente. Com isso as perturbações podem ser observadas a partir da distorção do filete de corante. Os efeitos cinéticos, porém, não são ainda suficientes para provocar a difusão de todo o corante. O escoamento está em processo de passagem da condição de laminar para turbulento.

Scanned by CamScanner

A partir de ensaios desenvolvidos em uma mesma BHF de projeto qualificado e na mesma bancada de ensaio, também qualificada, equipes diferentes obtiveram os valores da tabela 3.

equipe/ ensaio	Q (dm^3/s)	$\Delta(p/\gamma)$ (m)	$\Delta v^2/2g$ (m)	Δz (m)	Hb (m)
1	2,776	9,120	2,86	0,70	12,68
	3,013	9,090	3,00	0,70	12,79
2	1,351	12,062	0,02	0,70	12,78
	1,731	12,077	0,03	0,70	12,81

Tabela 2

5. (0,50) Identificar o ensaio correto e (0,50) justificar a resposta a partir da análise da carga cinética.

A função de uma BHF é transferir energia ao fluido para permitir o seu movimento. Uma máquina qualificada deve viabilizar na transferência o máximo possível de energia que não esteja relacionada com a dissipação na instalação.

Como a carga estática Δz não corresponde a uma parcela de energia transferida pela bomba, restam a carga de pressão e a carga cinética. Sendo a carga cinética proporcional ao quadrado da velocidade, o mesmo que ocorre com as perdas no escoamento, a BHF deve maximizar a carga de pressão e minimizar a carga cinética.

Assim, o ensaio correto é o ensaio 2.

A tabela 3 apresenta valores medidos na experiência "Estudo de bombas".

s: saída;

e: entrada;

v: velocidade;

p: pressão

Hb: carga da bomba

1	Q	vs	ve	pe/G	ps	ps/G	Dp/G	$Dv^2/2g$	Hb
2	(dm^3/s)	(m/s)	(m/s)	(m)	(kgf/cm^2)	(m)	(m)	(m)	(m)
3	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**2,00**	**20,0**	**20,00**	**0,000**	**21,025**
4	0,58	0,83	0,49	0,05	1,90				
5	1,13	1,60	0,94	0,08	1,80				
6	1,50	2,12	1,25	0,20	1,80				
7	1,74	2,45	1,45	0,25	1,70				
8	2,06	2,91	1,72	0,58	1,60				

Tabela 3 — G (N/m^3): 10000 — zs - ze (m): 1,025

G: peso específico (N/m^3); 1,0 $kgf/cm^2 \approx$ 100,0 kPa; 1,0 Pa = 1,0 N/m^2.

6. (1,00) Apresentar o procedimento de cálculo (fórmulas e subs. numérica) para os pontos ausentes na figura 4. (1,00) Identificar as colunas e completar a tabela 3 com os valores calculados para os ptos. ausentes

A tabela 3 contém seis conjuntos de medidas; na figura 4 são encontrados cinco pontos. Falta o ponto correspondente à vazão nula.

A equação de Bernoulli permite calcular a carga em uma determinada seção de escoamento.

$$H_B = \frac{p_s - p_e}{\gamma} + \frac{v_s^2 - v_e^2}{2g} + z_s - z_e \qquad H_B = \frac{Dp}{G} + \frac{Dv^2}{2g} + z_s - z_e$$

s: saída

e: entrada

Para a vazão nula a carga cinética $v^2/2g$ é nula, pois a velocidade de escoamento também o é.

Dp/G= 20,0m; Δz= 1,025m; Hb=21,025 m.

Scanned by CamScanner

7. (2,00) Traçar na figura 7 a curva correta de carga da bomba em função da vazão, para toda a faixa de vazões encontrada na tabela 3.

A curva jamais poderá ser um segmento de reta!

A curva jamais poderá passar por todos os pontos!

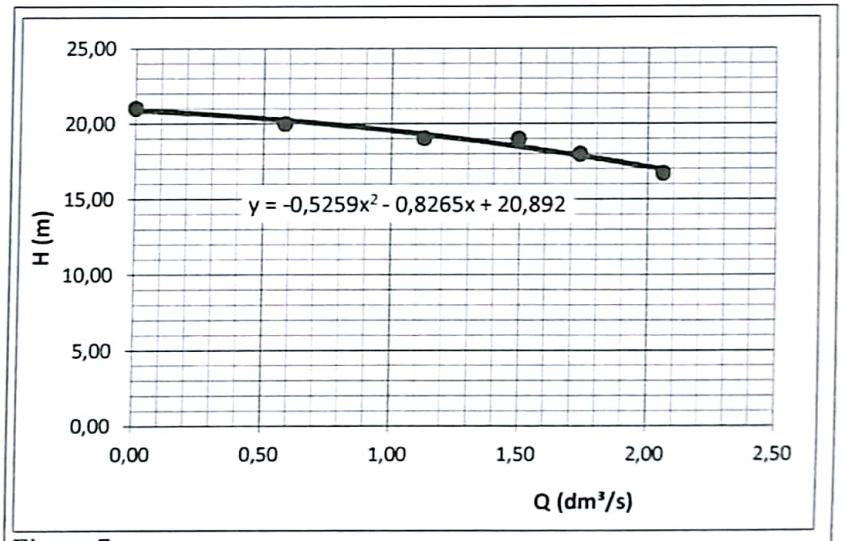


Figura 7

Scanned by CamScanner