



NOME: _____ Nº USP: _____

ESCOLA POLITÉCNICA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

PQI 3203 Fenômenos de Transporte II

Prova P1 - escrita/duração total: 180 min.

18/06/2020

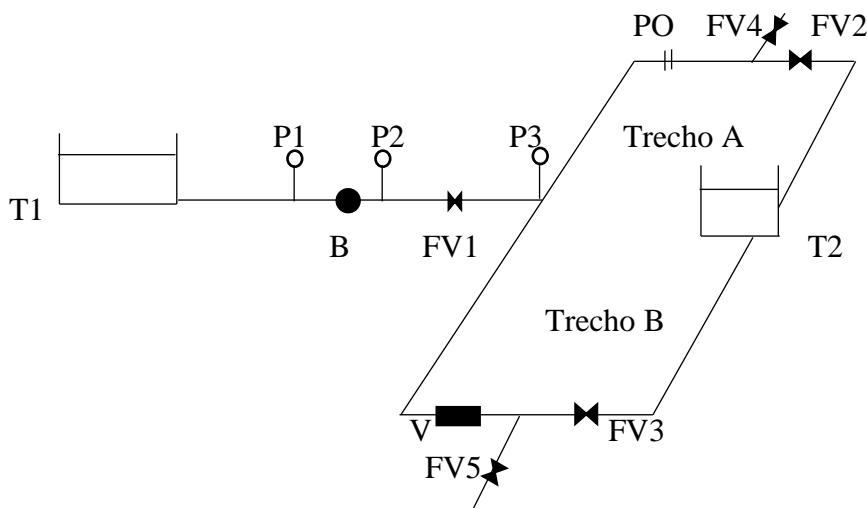
NOME:								
Número USP						a	b	c

$\min(a,b,c)+1 = C =$; $a+b+c-A-C+6 = B =$; $\max(a,b,c)+3 = A =$

- A CONSULTA AO MATERIAL DO CURSO ESTÁ AUTORIZADA.
- A PROVA É INDIVIDUAL, SENDO VEDADA QUALQUER COMUNICAÇÃO OU PARTICIPAÇÃO INTERNA OU EXTERNA DURANTE A REALIZAÇÃO DA PROVA.
- SEGUE O ENUNCIADO DO PROBLEMA.
- ÀS 10H15 TERÁ INÍCIO A PROVA TESTE ONLINE COM DURAÇÃO DE 60 MINUTOS.
- ÀS 11H20 TERÁ INÍCIO A PROVA ESCRITA COM 60 MINUTOS.
- EXPLÍCITE CLARAMENTE AS HIPÓTESES ADMITIDAS PARA A RESOLUÇÃO DAS QUESTÕES ESCRITAS.
- A RESOLUÇÃO MANUSCRITA DA PROVA, COM NO MÁXIMO QUATRO PÁGINAS, DEVE SER ENTREGUE ATÉ NO SISTEMA MOODLE.

PQI 3203: FENÔMENOS DE TRANSPORTE I

Um fluido newtoniano (densidade 1000 kg/m^3 e viscosidade $0,001 \text{ Pa.s}$) deve ser bombeado de um tanque T1 para uma rede de tubulações a uma vazão de $(23,40 + B/20) \text{ m}^3/\text{h}$ conforme mostrado a seguir.



Toda a tubulação está na horizontal. É construída em aço carbono comercial com rugosidade 0,052mm.

O fluido sai do tanque T1, cujo nível é mantido constante em $(2 + A/10)$ m, em relação ao nível do solo, e é bombeado pela bomba centrífuga B que opera com 75% de rendimento. P1, P2 e P3 são manômetros. A válvula FV1 é do tipo globo e está parcialmente aberta ($K=6,0$). As válvulas FV2, FV3, FV4 e FV5 são válvulas gavetas que regulam a passagem do fluido para os diversos ramos de tubulação. Há dois medidores de vazão: PO é uma placa de orifício que opera com mercúrio (densidade 13600 kg/m^3 e viscosidade 17cP); V é um medidor Venturi que se pretende colocar na linha.

Dados da tubulação:

-tubo que sai de T1 até o manômetro P3: aço comercial 2”Sch40 (5,25cm); contração brusca do tanque para o tubo ($K=1,0$); de T1 até a bomba B, 50m, da bomba B até a válvula FV1, 30m, da válvula FV2 até o manômetro P3, 20m;

-de P3, passando por PO, FV2 até o tanque T2 - designado aqui por TRECHO A: aço comercial 2 ½ “Sch40 (6,271cm); o comprimento total da tubulação, incluindo todas as singularidades exceto a válvula FV2 e a expansão brusca é de 379m;

-de P3, passando por V, FV3 até T2, designado aqui por TRECHO B: aço comercial 3”Sch40 (7,793cm); o comprimento total incluindo todas as singularidades, exceto a válvula FV3 e a expansão brusca é de 976m.

A conexão dos tubos com o tanque T2 é uma expansão brusca ($K=1,0$).

Considere a situação em que as válvulas FV4 e FV5 estão totalmente fechadas e as válvulas FV2 e FV3 regulam a vazão para esses trechos de tubulação respectivamente. Para esta situação, com relação às válvulas tem-se: FV1, $K = 6,0$; FV2 15m; FV3 24m.

Sabe-se que a a pressão no manômetro P3 é $(548 + A)$ kPa.

Com relação aos medidores de vazão:

-a placa de orifício (fluido manométrico é o mercúrio com densidade 13600 kg/m^3 e viscosidade 17cP) tem um diâmetro de orifício de 3cm e coeficiente da placa 0,61.

-o medidor venturi deverá ser instalado para verificação da vazão na respectiva linha indicada na representação da tubulação feita anteriormente. Está indicado como V na linha. Previu-se um diâmetro menor do venturi de 4cm e o coeficiente do venturi é de 0,98. Há dúvidas quanto ao melhor fluido a ser instalado. A tabela a seguir apresenta alguns fluidos como sugestão:

FLUIDO	DENSIDADE (kg/m^3)
Benzeno	876
Tetracloroeto de carbono	1584
Mercúrio	13600

Dados:

Pressão: $1\text{atm} = 760\text{mmHg} = 101325\text{Pa} = 1,033\text{kgf/cm}^2$.

Adotar: $g=9,8\text{m/s}^2$.

PROVA ESCRITA:
AS RESPOSTAS DEVEM SER JUSTIFICADAS E ENVIADAS PELO MOODLE

- 6) Nos tubos que estão em paralelo, Trechos A e B, as vazões volumétricas, em m^3/s , verificadas nos trechos A (2 ½" Sch40) e B (3" Sch40), são, respectivamente:
- a) 0,0078; 0,0096
 - b) 0,052; 0,042
 - c) 0,00184; 0,00466
 - d) 1; 0,7
 - e) 0,0032; 0,0033

SE VOCÊ NÃO CALCULOU AS VAZÕES NA TUBULAÇÃO EM PARALELO, PARA OS TESTES A SEGUIR, ADMITA QUE NO RAMO ONDE SE ENCONTRA A PALCA DE ORIFÍCIO, PO, A VAZÃO É $0,001\text{m}^3/\text{s}$ E NO RAMO ONDE SE ENCONTRA O MEDIDOR VENTURI, A VAZÃO É $0,001\text{m}^3/\text{s}$ E APRESENTE OS CÁLCULOS.

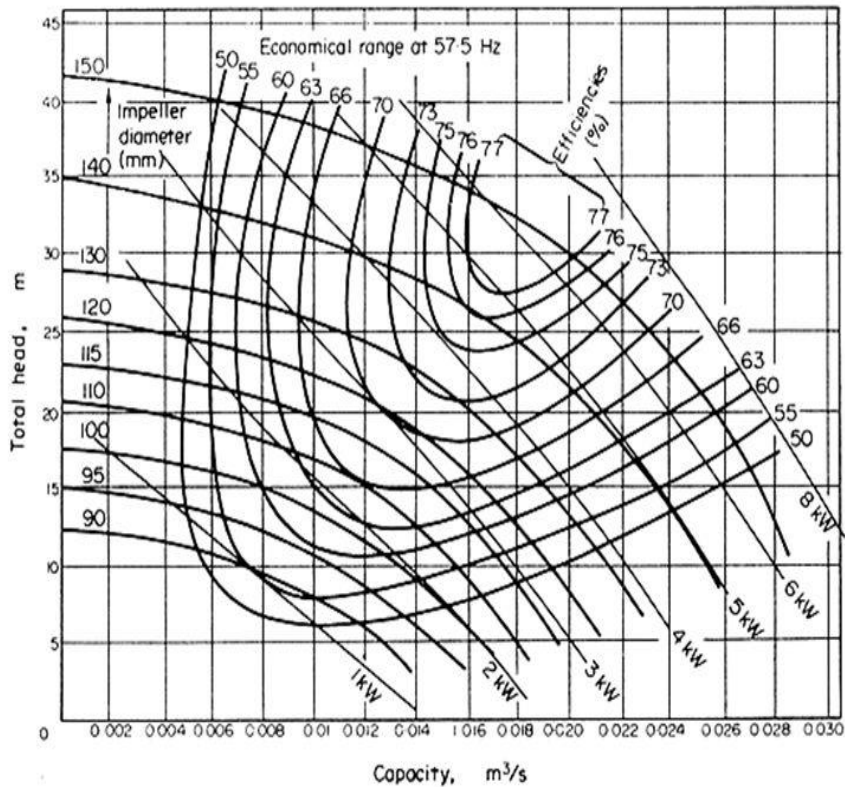
- 7) Na Placa de Orifício, PO, o desnível observado no fluido manométrico, em cm, é, aproximadamente:
- a) 1
 - b) 754
 - c) 37
 - d) 4,5
 - e) 22

- 8) No tubo de Venturi, o par (Fluido manométrico; Desnível, em cm, no fluido manométrico) que representa a situação é:
- a) tetracloreto de carbono; 60
 - b) mercúrio; 14
 - c) benzeno; 275
 - d) mercúrio; 0,2
 - e) tetracloreto de carbono; 0,5

- 9) Com o passar do tempo, sabe-se que os tubos apresentam desgaste por corrosão, pelo contato com o fluido que passa por eles. Tal fato impacta na rugosidade da tubulação, e portanto, no valor do fator de atrito da tubulação para os tubos. Para que se tenham as mesmas vazões volumétricas nos dois trechos de tubos em paralelo, TRECHO A e B, a relação entre os fatores de atrito, f_A para o TRECHO A e f_B para o TRECHO B para que este fato ocorra deve ser:
- a) $f_A = f_B$
 - b) $f_A = 1,167f_B - 5000$
 - c) $f_A = 0,856f_B - 2 \times 10^{-4}$
 - d) $f_A = 0,81f_B$
 - e) $f_A = 1,23f_B$

10) Deseja-se colocar no lugar da bomba B, uma outra bomba centrífuga cuja curva característica é apresentada a seguir:

<http://www.nzifst.org.nz/unitoperations/flflapps3.htm#centrif>



A diferença de pressão que se pretende aplicar ao fluido (densidade 1000 kg/m^3 e viscosidade $0,001 \text{ Pa}\cdot\text{s}$) é de 147 kPa e o rotor escolhido (impeller) tem diâmetro de 100 mm . Considerando essa situação para a bomba aqui descrita, é correto afirmar que:

- a bomba opera com uma vazão de $0,019 \text{ m}^3/\text{s}$
- a bomba opera com um rendimento de 60%
- o trabalho de eixo por unidade de massa é de 75 J/kg
- as perdas na bomba são de $187,5 \text{ m}^2/\text{s}^2$
- para uma potência maior, deve-se diminuir o diâmetro do rotor