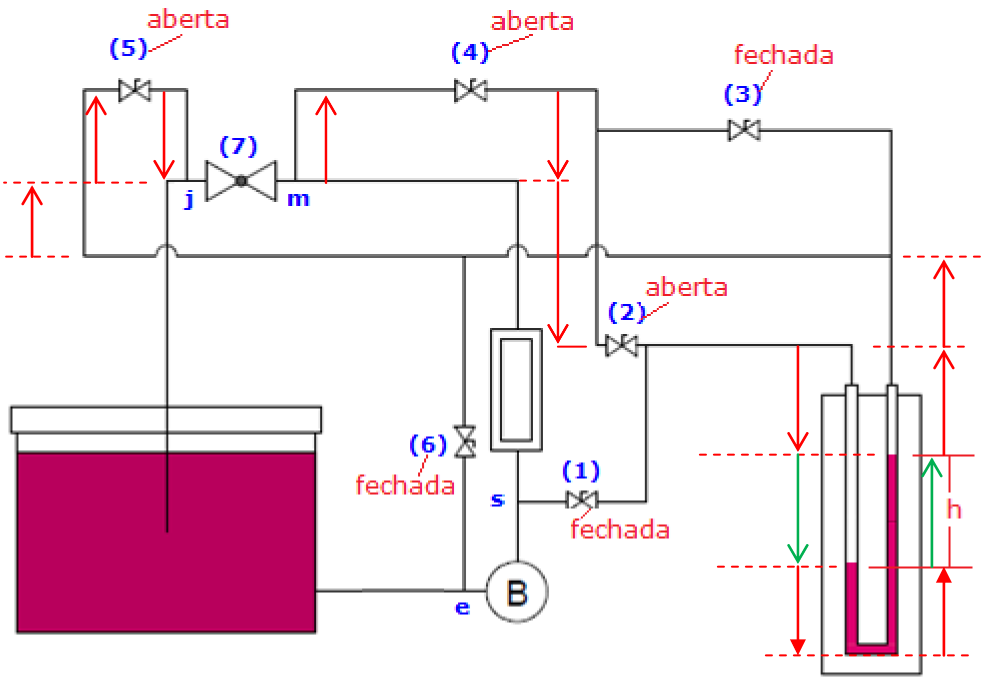
<u>Gabarito turmas A1, A4, A7, A10, A13, A16, A19 e A22</u>

1ª Questão:

a. explicar os procedimentos referentes as mini válvulas esfera para se obter o desnível do fluido manométrico para a determinação da diferença de pressão que possibilitará a determinação da perda de carga localizada da válvula agulha; (valor – 0,25)



b. deduzir a equação manométrica, mostrando o caminho percorrido e todas as suas cotas no desenho da página 1 que possibilitam a determinação de $p_m - p_j$; (valor – 0,25)

O caminho percorrido está representado na figura acima, onde adotando a origem em m (montante da válvula agulha), temos:

$$p_m + h \times \gamma_{H_2O} - h \times \gamma_{bromofórmio} = p_j$$

c. calcular o comprimento equivalente da válvula agulha; (valor – 1,0)

Aplicando a equação da energia de (m) a (j), temos:

$$H_m = H_j + h_{S_{\text{válvulha\_agulha}}}$$

$$z_m + \frac{p_m}{\gamma} + \frac{\alpha_m \times v_m^2}{2g} = z_j + \frac{p_j}{\gamma} + \frac{\alpha_j \times v_j^2}{2g} + h_{S_{\text{válvulha\_agulha}}}$$

Como a válvula agulha de ½" encontra-se em um plano horizontal, temos:

$$z_m = z_j ; v_m = v_j \text{ e } \alpha_m = \alpha_j$$

$$\therefore h_{S_{\text{válvulha\_agulha}}} = \frac{p_m - p_j}{\gamma} = \frac{h \times (\gamma_{\text{bromoformio}} - \gamma_{\text{água}})}{\gamma_{\text{água}}}$$

Como a vazão é conhecida, podemos calcular a velocidade média do escoamento:

$$v = \frac{Q}{A_{1/2\text{" PVC}}}$$

Evocando o cálculo da perda de carga singular, podemos calcular o coeficiente de perda de carga singular:

$$h_{S_{\text{válvula\_agulha}}} = K_{S_{v\_a}} \times \frac{v^2}{2g} \therefore K_{S_{v\_a}} = \frac{2g \times h_{S_{\text{válvula\_agulha}}}}{v^2}$$

Para a vazão dada, a rugosidade do PVC também dada; diâmetro interno e área da seção livre do tubo de ½"de PVC dados, recorreu-se ao sítio:

http://www.escoladavida.eng.br/mecfluquimica/planejamento_12011/consulta3.htm, onde se determinou o $f_{1/2"PVC}$ (valor dado na prova), portanto:

$$L_{eq_{válvula\_agulha}} = \frac{K_{S_{v\_a}} \times D_{1/2"PVC}}{f_{1/2"PVC}}.$$

d. calcular o fator de potência. (valor – 0,25)

Evocando o conceito de fator de potência (cos Ø) e da potência aparente, temos:

$$\cos\phi = \frac{N_a}{N_{aparente}} = \frac{N_m}{N_{aparente}}$$

$$N_{aparente}^2 = N_m^2 + N_R^2 \therefore \cos\phi = \frac{N_m}{\sqrt{N_m^2 + N_R^2}}$$

Conhecida a solução literal recorremos ao Excel para os cálculos.

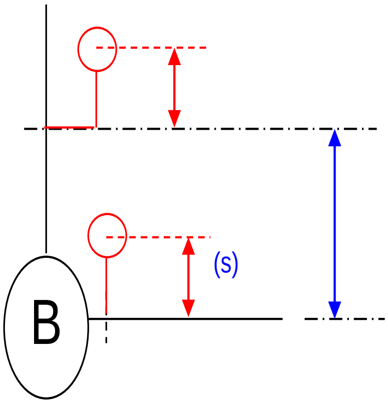
Turmas			Q (L/h)	Δh_v(mm)	N_m(W)	N_R (VAR)	$f_{1/2}$	t_{fluido} (ºC)	$\rho_{Água}$ (Kg/m³)	$\rho_{Bromoformio}$ (Kg/m³)
								22	997,8	2960
1	10		72	1068	11,6	42,8	0,0389		$D_{int1/2}$(mm)	ν(m²/s)
		19	248	975	12,9	43,5	0,0411		16,2	
4	13		312	926	13,5	44	0,0391		$A_{1/2}$(cm²)	
		22	440	864	14,2	42,3	0,0366		2,06	
7	16		504	831	14,8	42,6	0,0358			

Turmas			$(p_m-p_j)/\gamma$ (m)	h_{Sv_a} (m)	v m/s	K_S	Leq (m)	cosϕ
1	10		2,1	2,1	0,0971	4367,2	1818,7	0,262
		19	1,9	1,9	0,334	336,0	132,5	0,284
4	13		1,8	1,8	0,421	201,6	83,5	0,293
		22	1,7	1,7	0,593	94,6	41,9	0,318
7	16		1,6	1,6	0,680	69,3	31,4	0,328

2ª Questão:

a. a carga manométrica da bomba ensaiada na rotação lida;

(valor – 0,25)



Aplicamos a equação da energia entre a seção de entrada e saída da bomba:

$$H_e + H_B = H_s \Rightarrow H_B = (z_s - z_e) + \frac{p_s - p_e}{\gamma} + \frac{\alpha_s \times v_s^2 - \alpha_e \times v_e^2}{2g}$$

$$(z_s - z_e) = 0{,}22\text{m}$$

$$p_s = p_{ms} + \gamma \times h_{saída} = 125000 + 998 \times 9{,}8 \times 0{,}09 \cong 125880{,}2\ (\text{Pa})$$

$$p_e = p_{me} + \gamma \times h_{entrada} = (\frac{-155}{1000}) \times 13600 \times 9{,}8 + 998 \times 9{,}8 \times 0{,}115 \cong -19533{,}7\ (\text{Pa})$$

$$Q = \frac{A_{\tan que} \times \Delta h}{t} = \frac{0{,}55 \times 0{,}1}{21{,}93} \cong 2{,}51 \times 10^{-3}\,\frac{m^3}{s}$$

$$v_e = \frac{Q}{A_e} = \frac{2{,}51 \times 10^{-3}}{13{,}1 \times 10^{-4}} \cong 1{,}9\frac{m}{s} \to Re_e = \frac{\rho \times v \times D}{\mu} = \frac{998 \times 1{,}9 \times 0{,}0408}{0{,}001008} \cong 76751 \therefore \alpha_e \cong 1{,}0$$

$$v_s = \frac{Q}{A_s} = \frac{2{,}51 \times 10^{-3}}{5{,}57 \times 10^{-4}} \cong 4{,}5\frac{m}{s} \to Re_s = \frac{\rho \times v \times D}{\mu} = \frac{998 \times 4{,}5 \times 0{,}0266}{0{,}001008} \cong 118512{,}5 \therefore \alpha_e \cong 1{,}0$$

$$H_B = 0{,}22 + \frac{125880{,}2 + 19533{,}7}{998 \times 9{,}8} + \frac{4{,}5^2 - 1{,}9^2}{19{,}6} \cong 15{,}9\text{m} \approx 16\text{m}$$

b. calcular o $NPSH_{requerido}$; (valor – 0,50)

Neste item estamos ocupando o papel do fabricante da bomba, portanto:

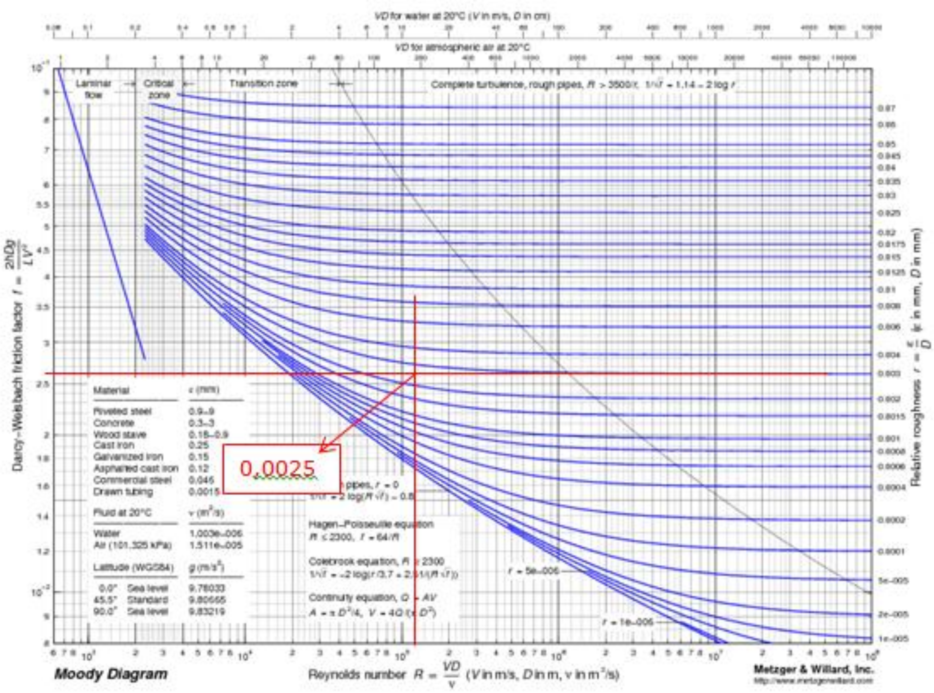
$$NPSH_{requerido} = H_{e_{abs}} - \frac{p_{vapor}}{\gamma} = z_e + \frac{p_e + p_{atm_{local}}}{\gamma} + \frac{\alpha_e \times v_e^2}{2g} - \frac{p_{vapor}}{\gamma}$$

$$NPSH_{requerido} = 0 + \frac{-19533{,}7 + 0{,}7 \times 13600 \times 9{,}8}{998 \times 9{,}8} + \frac{1 \times 1{,}9^2}{19{,}6} - \frac{2337{,}2}{998 \times 9{,}8}$$

$$NPSH_{requerido} \cong 7{,}5\text{m}$$

c. estimar a rugosidade do tubo de diâmetro nominal de 1”.

(valor – 0,5)



$$\frac{K}{D} \cong 0{,}0025 \therefore K \cong 0{,}0025 \times 26{,}6 \times 10^{-3} \cong 6{,}65 \times 10^{-5}\text{m}$$

3ª Questão:

Determine o ponto de trabalho para esta situação (Q_T; H_{BT}; η_{BT} e N_{BT}).

(valor – 2,0)

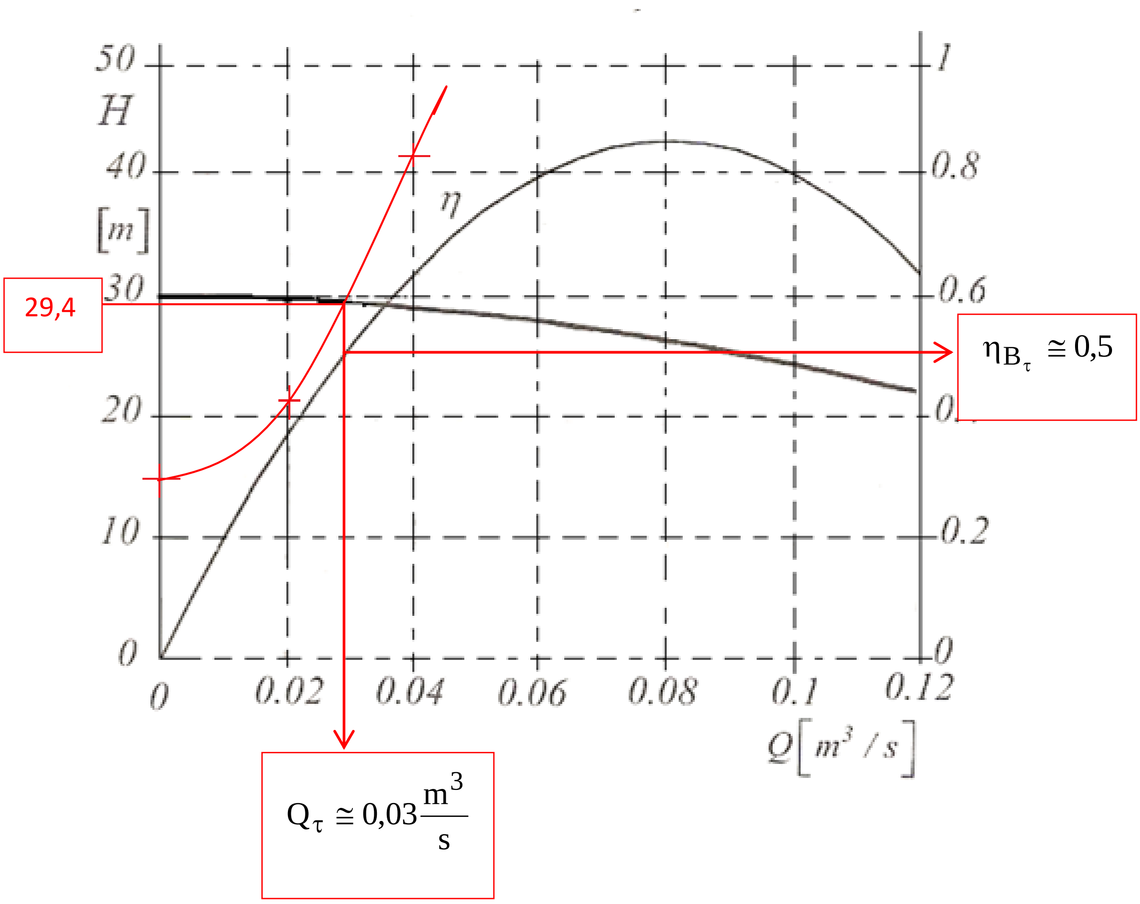
Para a determinação do ponto de trabalho, devemos inicialmente determinar a equação da CCI e para isto nós aplicamos a equação da energia da seção inicial a final, onde consideramos as perdas totais:

$$H_S = 15 + \left[0{,}0218 \times \frac{(30 + 3{,}76 + 3{,}2)}{0{,}1023} + 2 \times 7{,}15\right] \times \frac{Q^2}{19{,}6 \times \left(82{,}1 \times 10^{-4}\right)^2}$$

$$H_S = 15 + 16785{,}9 \times Q^2 \Rightarrow \text{CCI}$$

Tendo a equação da CCI, devemos traça-la e ler o ponto de trabalho no cruzamento da CCI com a CCB.

Q (m³/s)	H_B (m)
0	15
0,02	21,7
0,04	41,9



$$Q_\tau \cong 0,03\frac{m^3}{s}; H_{B_\tau} = 29,4m; \eta_{B_\tau} = 0,5 \therefore N_{B_\tau} = \frac{997,8\times 9,8\times 0,03\times 29,4}{0,5}$$

$$N_{B_\tau} \cong 17249,2W$$