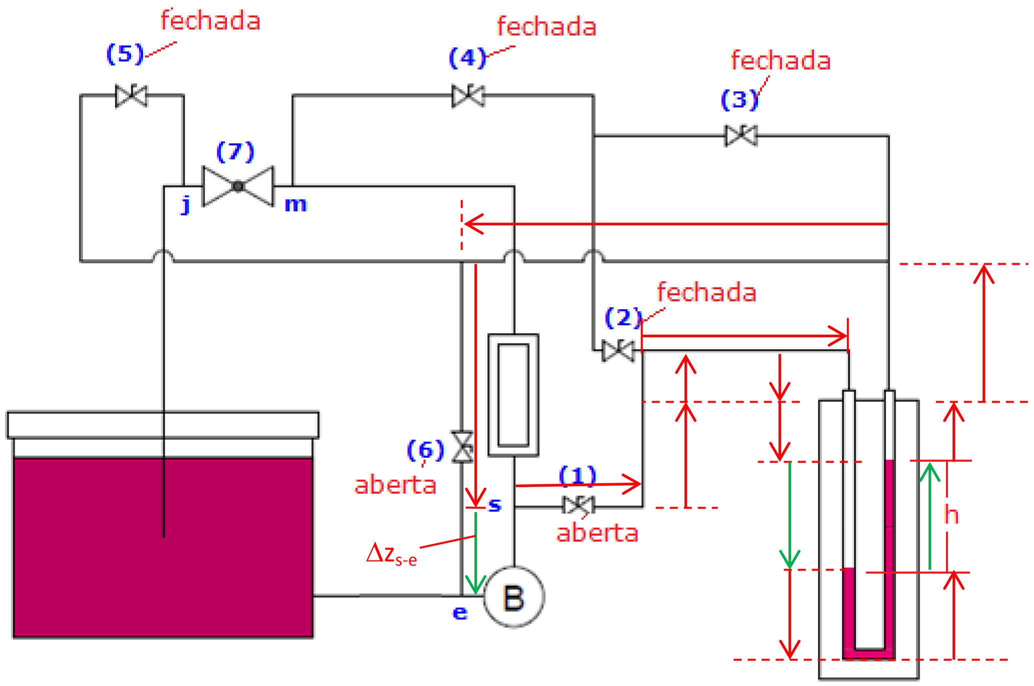
Gabarito turmas A3, A6, A9, A12, A15, A18 e A21

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 carga manométrica da bomba; (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 $p_s - p_e$; (valor – 0,25)

O caminho percorrido está representado na figura acima, onde adotando a origem em s (seção de saída da bomba), temos:

$$p_s + h \times \gamma_{H_2O} - h \times \gamma_{bromofórmio} + \Delta z_{s-e} \times \gamma_{H_2O} = p_e$$
$$p_s - p_e = h\left(\gamma_{bromofórmio} - \gamma_{H_2O}\right) - \Delta z_{s-e} \times \gamma_{H_2O}$$

c. calcular a vazão e a carga manométrica da bomba emicol e o rendimento global do conjunto motobomba; (valor – 1,0)

Aplicando a equação da energia de (e) a (s), temos:

$$Q \rightarrow \text{dada na tabela de dados}$$

$$H_e + H_B = H_s$$

$$z_e + \frac{p_e}{\gamma} + \frac{\alpha_e \times v_e^2}{2g} + H_B = z_s + \frac{p_s}{\gamma} + \frac{\alpha_s \times v_s^2}{2g}$$

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

$$H_B = \Delta z_{s-e} + \frac{p_s - p_e}{\gamma} + \frac{\alpha_s \times v_s^2 - \alpha_e \times v_e^2}{2g}$$

$$h(\gamma_{\text{bromofórmio}} - \gamma_{H_2O}) - \Delta z_{s-e} \times \gamma_{H_2O}$$

$$H_B = \Delta z_{s-e} + \frac{h(\gamma_{\text{bromofórmio}} - \gamma_{H_2O}) - \Delta z_{s-e} \times \gamma_{H_2O}}{\gamma} + \frac{\alpha_s \times v_s^2 - \alpha_e \times v_e^2}{2g}$$

$$H_B = \Delta z_{s-e} + \frac{h(\gamma_{\text{bromofórmio}} - \gamma_{H_2O})}{\gamma} - \Delta z_{s-e} + \frac{\alpha_s \times v_s^2 - \alpha_e \times v_e^2}{2g}$$

$$H_B = \frac{h(\gamma_{\text{bromofórmio}} - \gamma_{H_2O})}{\gamma} + \frac{\alpha_s \times v_s^2 - \alpha_e \times v_e^2}{2g}$$

$$\eta_{\text{global}} = \frac{N}{N_m} = \frac{\gamma \times Q \times H_B}{N_m}$$

Importante: não serão aceitas só respostas, portanto todos os equacionamentos para obtenção das respostas devem ser apresentados, além disto, não serão aceitas as respostas sem as unidades.

t_{fluido} (ºC)	$\rho_{Água}$ (Kg/m³)	$\rho_{Bromoformio}$ (Kg/m³)	
22	997,8	2960	
$D_{int3/4}$(mm)	$D_{int1/2}$(mm)	ν(m²/s)	
21,2	16,2	9,57E-07	

Tabela de dados					
Turmas		Q(L/h)	ΔH_b (mm)	N_m (W)	N_R (VAR)
3	12	248	954	12,9	43,5
21		376	912	13,8	42,8
6	15	440	894	14,2	42,3
9	18	592	839	15,1	41,6

$Ae_{3/4}$(cm²)	$As_{1/2}$(cm²)	
3,53	2,06	

Turma			$ve_{3/4}$(m/s)	$vs_{1/2}$(cm²)	Re_e	Re_s	α_e	α_s	H_B(m)	η_{global}(%)
3	12		0,195	0,334	4323,1	5660,9	1	1	1,9	9,8
		21	0,296	0,507	6554,4	8582,6	1	1	1,8	13,3
6	15		0,346	0,593	7670,1	10043,5	1	1	1,8	14,9
9	18		0,466	0,798	10319,7	13513,1	1	1	1,7	17,8

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

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

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

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

Turmas		cos ϕ
3	12	0,284
21		0,307
6	15	0,318
9	18	0,314

Importante: não serão aceitas só respostas, portanto todos os equacionamentos para obtenção das respostas devem ser apresentados, além disto, não serão aceitas as respostas sem as unidades.

2ª Questão:

a. Sabendo que a reserva contra a cavitação é 1,0 m, especificar o $NPSH_{disponível}$; (valor – 0,75)

Evocando o conceito de reserva contra a cavitação fica evidente que devemos calcular o $NPSH_{requerido}$:

$$NPSH_{disponível} - NPSH_{requerida} = \text{reserva contra cavitação}$$
$$NPSH_{disponível} - NPSH_{requerida} = 1{,}0m$$

No cálculo do $NPSH_{requerido}$ estamos ocupando o papel do fabricante da bomba, portanto:

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

Portanto, devemos calcular p_e, Q, v_e e α_e, neste gabarito as transformações serão feitas pelo CONVERT:

$$-155mmHg = -20664{,}97Pa$$
$$p_e = p_{me} + \gamma \times h_{entrada} = -20664{,}97 + 998 \times 9{,}8 \times 0{,}115 \cong -19540{,}2(Pa)$$
$$Q = \frac{A_{tan\,que} \times \Delta h}{t} = \frac{0{,}55 \times 0{,}1}{21{,}93} \cong 2{,}51 \times 10^{-3} \frac{m^3}{s}$$
$$v_e = \frac{Q}{A_e} = \frac{2{,}51 \times 10^{-3}}{13{,}1 \times 10^{-4}} \cong 1{,}9 \frac{m}{s} \rightarrow Re_e = \frac{\rho \times v \times D}{\mu} = \frac{998 \times 1{,}9 \times 0{,}0408}{0{,}001008} \cong 76751 \therefore \alpha_e \cong 1{,}0$$
$$p_{atm_{local}} = 700mmHg = 93325.66Pa$$
$$z_e = 0 \therefore NPSH_{requerido} = \frac{-19540{,}2 + 93325{,}66}{998 \times 9{,}8} + \frac{1 \times 1{,}9^2}{19{,}6} - \frac{2337{,}2}{998 \times 9{,}8} \cong 7{,}5m \Rightarrow (0{,}50)$$
$$NPSH_{disponível} = 7{,}5 + 1 = 8{,}5m \Rightarrow (0{,}25)$$

b. Considerando que a rugosidade do tubo de aço é $4{,}6 * 10^{-5}$ m, estime a vazão pelo diagrama de Rouse; (valor – 0,50)

Começamos determinando a perda de carga distribuída:

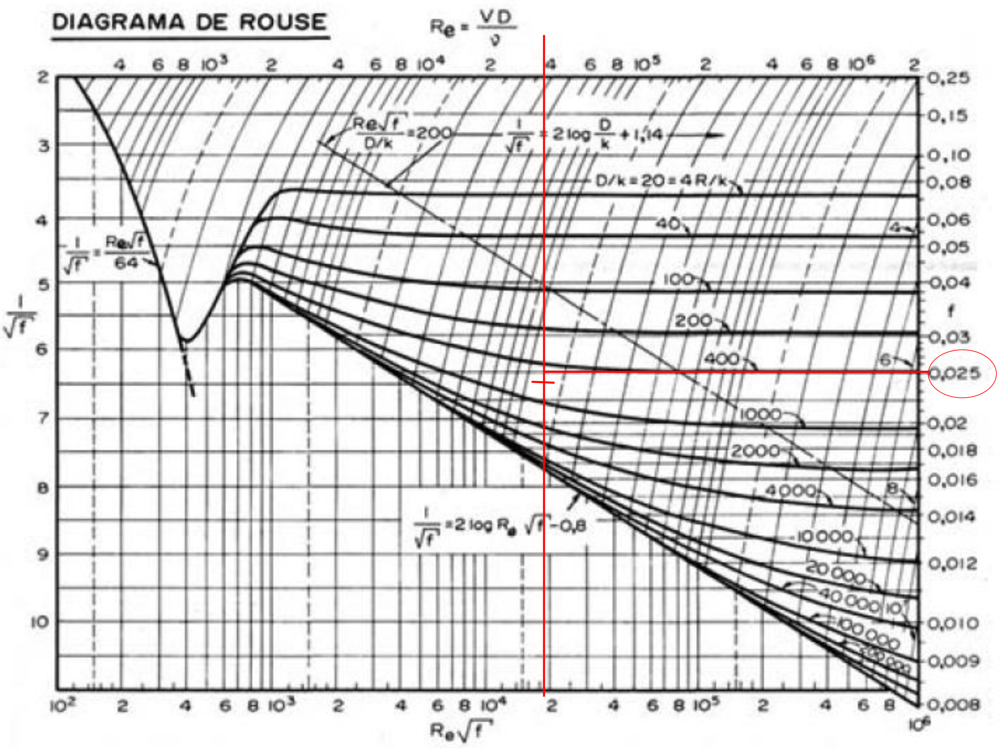
$$h_f = \frac{\Delta p}{\gamma} = h \times \left(\frac{\gamma_{Hg} - \gamma_{H_2O}}{\gamma_{H_2O}}\right) = 0{,}160 \times \frac{(13546 - 998) \times 9{,}8}{998 \times 9{,}8} \cong 2{,}02m$$

Calculamos então o adimensional $Re\sqrt{f} = \frac{D}{\nu} \times \sqrt{\frac{h_f \times D \times 2g}{L}}$:

$$Re\sqrt{f} = \frac{26{,}6 \times 10^{-3}}{0{,}001008 / 998} \times \sqrt{\frac{2{,}02 \times 26{,}6 \times 10^{-3} \times 2 \times 9{,}8}{2}} \cong 19110{,}9 \cong 1{,}9 \times 10^{4}$$

Para utilizarmos o diagrama de Rouse, calculamos:

$$\frac{D}{K} = \frac{26{,}6 \times 10^{-3}}{4{,}6 \times 10^{-5}} \cong 578{,}3$$



Pelo Rouse, obtemos f = 0,025 e aí podemos determinar a vazão:

$$2{,}02 = 0{,}025 \times \frac{2}{26{,}6 \times 10^{-3}} \times \frac{Q^2}{19{,}6 \times \left(5{,}57 \times 10^{-4}\right)^2}$$

$$Q = \sqrt{\frac{2{,}02 \times 26{,}6 \times 10^{-3} \times 19{,}6 \times \left(5{,}57 \times 10^{-4}\right)^2}{0{,}025 \times 2}} \cong 2{,}56 \times 10^{-3}\ \frac{m^3}{s} \Rightarrow (0{,}50)$$

3ª Questão: Determine o ponto de trabalho para esta situação (Q_T; H_{BT}; η_{BT} e N_{BT}). (valor – 2,0)

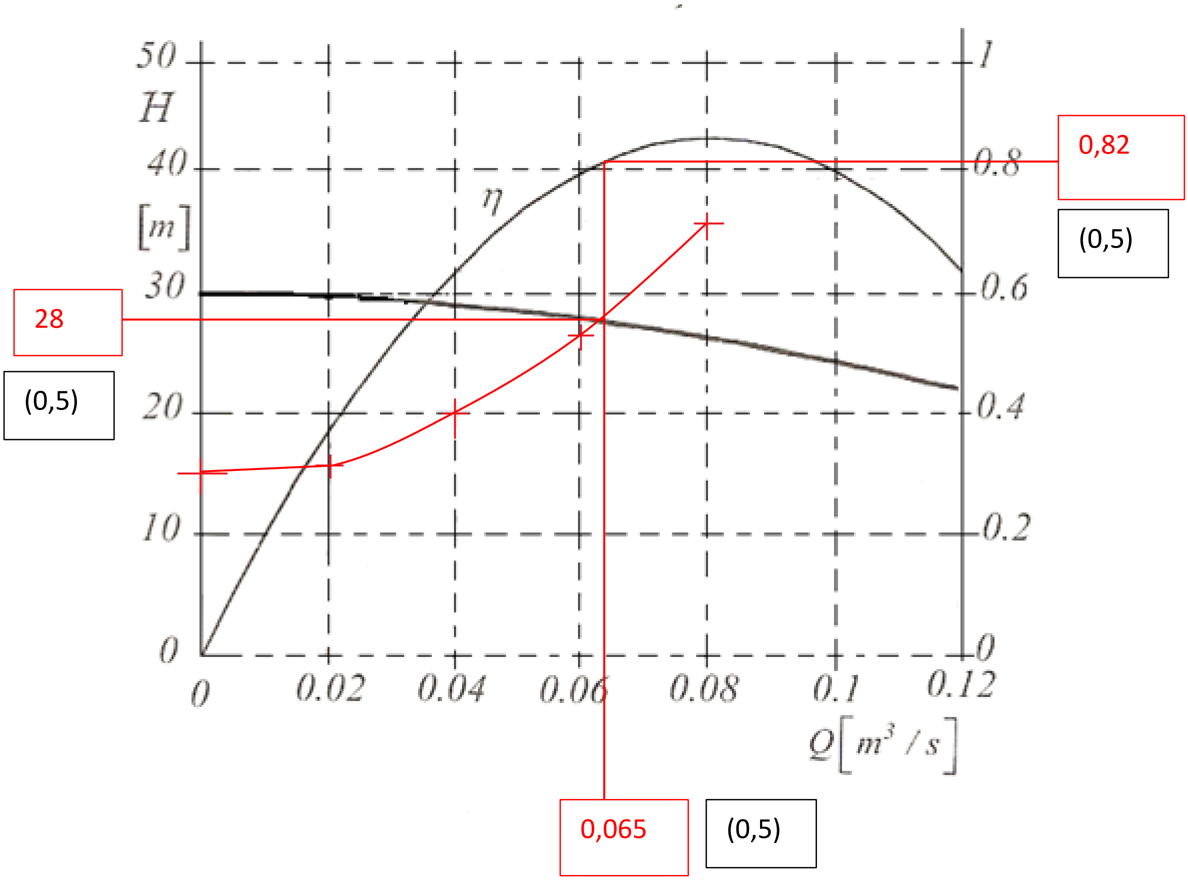
Para a determinação do ponto de trabalho, devemos inicialmente determinar a equação da CCI e para isto nós aplicamos a equação da energia da seção inicial a final, onde consideramos as perdas totais:

$$H_S = 15 + \left[0{,}0200 \times \frac{30}{0{,}120} + 0{,}5 + 1{,}5 + 0{,}75\right] \times \frac{Q^2}{19{,}6 \times \left(113{,}1 \times 10^{-4}\right)^2}$$

$$H_S = 15 + 3091{,}2 \times Q^2 \Rightarrow \text{CCI}$$

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

Q (m^3/s)	H_B (m)
0	15
0,02	16,2
0,04	20,0
0,06	26,1
0,08	34,8
0,10	45,9
0,12	59,5



$$N_{B_\tau} = \frac{\gamma \times Q_\tau \times H_{B_\tau}}{\eta_{B_\tau}} = \frac{998 \times 9{,}8 \times 0{,}065 \times 28}{0{,}82} \cong 21707{,}8W \Rightarrow (0{,}5)$$