Décima terceira aula de laboratório de Mecânica dos Fluidos

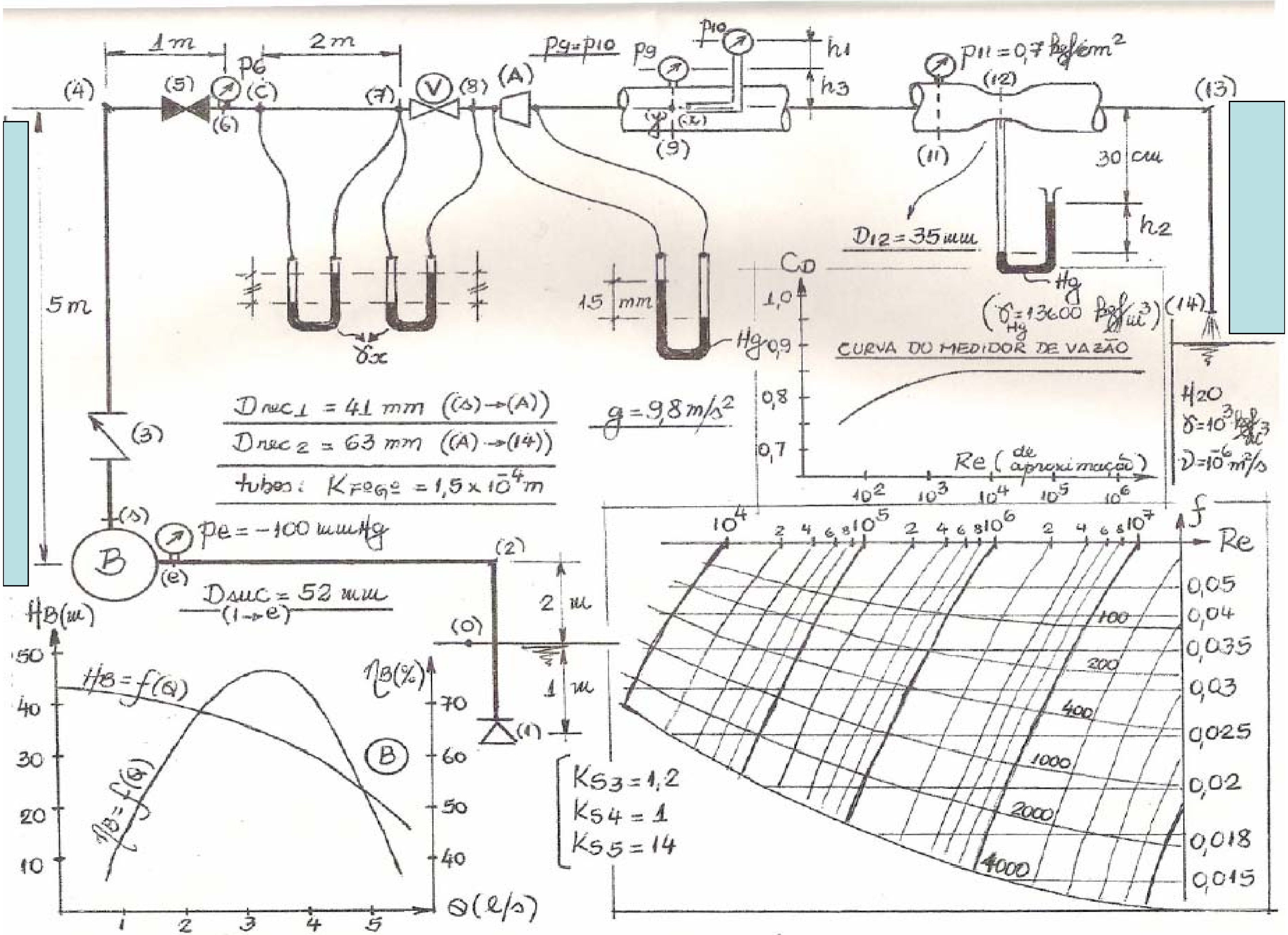
Exercícios

Ex.22 (Referente as experiências: 2, 3, 5, 6 e 7):
Sabendo-se que no tanque superior, de área 0,72 m^2, para um diferença de cota Δh=15cm, o tempo cronometrado foi de 27s, pede-se:

a) a vazão;
b) a potência da bomba;
c) a pressão p_6;
d) o coeficiente da perda de carga singular da válvula (V)
e) o comprimento equivalente do alargamento;
f) a cota h_1;
g) o desnível h_2

Respostas

a)4ℓ/s; b) 2,22CV; c) 1,35kgf/cm^2; d) 1,76; e) 0,46m;
f) 12,5 cm; g) 49,2 cm



1 m
2 m
p6
(4)
(5)
(C)
(6)
(7)
V
(8)
(A)
p9 = p10
p9
p10
h1
h3
(9)
p11 = 0,7 kgf/cm²
(12)
(11)
(13)
30 cm
h2
D12 = 35 mm
Hg
(γHg = 13600 kgf/m³)
(14)
5 m
γx
15 mm
Hg
CD
1,0
0,9
0,8
0,7
CURVA DO MEDIDOR DE VAZÃO
Re (de aproximação)
10²
10³
10⁴
10⁵
10⁶
Drec1 = 41 mm ((s)→(A))
Drec2 = 63 mm ((A)→(14))
tubos: Kferro = 1,5 x 10⁻⁴ m
g = 9,8 m/s²
H2O
γ = 10³ kgf/m³
ν = 10⁻⁶ m²/s
(3)
(s)
B
pe = -100 mmHg
(e)
(2)
Dsuc = 52 mm (1→e)
2 m
(0)
1 m
(1)
HB(m)
50
40
30
20
10
HB = f(Q)
ηB = f(Q)
ηB(%)
70
60
50
40
Q (l/s)
1
2
3
4
5
Ks3 = 1,2
Ks4 = 1
Ks5 = 14
f
Re
10⁴
10⁵
10⁶
10⁷
0,05
0,04
0,035
0,03
0,025
0,02
0,018
0,015
100
200
400
1000
2000
4000

$$a)\ Q = \frac{volume}{t} = \frac{\Delta h \times A_{res}}{t} = \frac{0{,}15(m) \times 0{,}72(m^2)}{27(s)}$$

$$\therefore Q = 0{,}004\frac{m^3}{s} = 4\frac{l}{s}$$

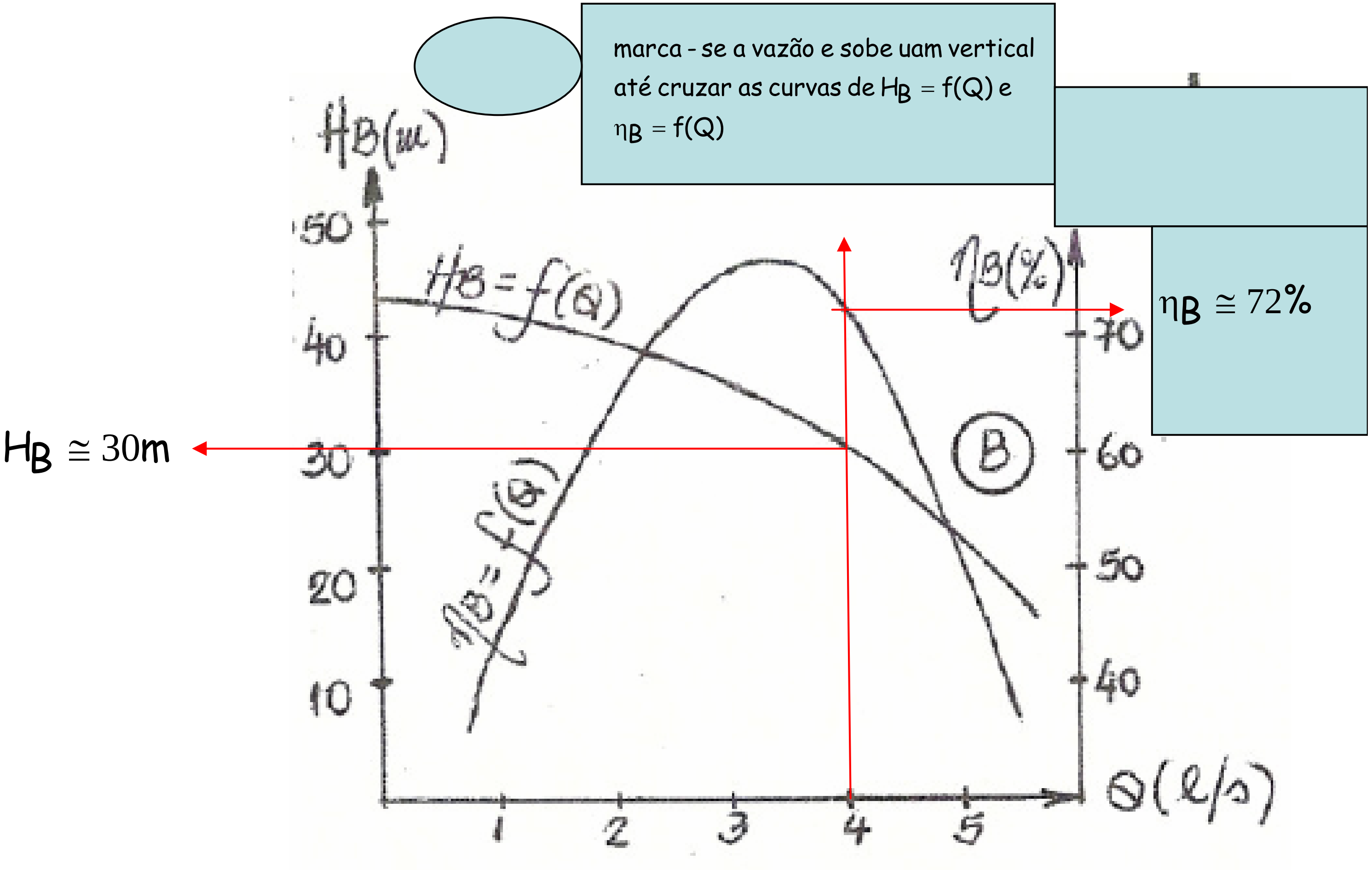
$$b)\ N_B = \frac{\gamma \times Q \times H_B}{\eta_B} = \frac{1000\left(\frac{kgf}{m^3}\right) \times 0{,}004\left(\frac{m^3}{s}\right) \times H_B(m)}{\eta_B}$$

Determina - se a carga manométrica e o rendimento pelas curvas características da bomba

$$\text{Para } Q = 4\frac{l}{s}, \text{ tem-se}: H_B \cong 30m \text{ e } \eta_B \cong 72\%$$

$$\therefore N_B = \frac{1000 \times 0{,}004 \times 30}{0{,}72} \cong 166{,}67\frac{kgf \times m}{s} = \frac{166{,}67}{75} CV$$

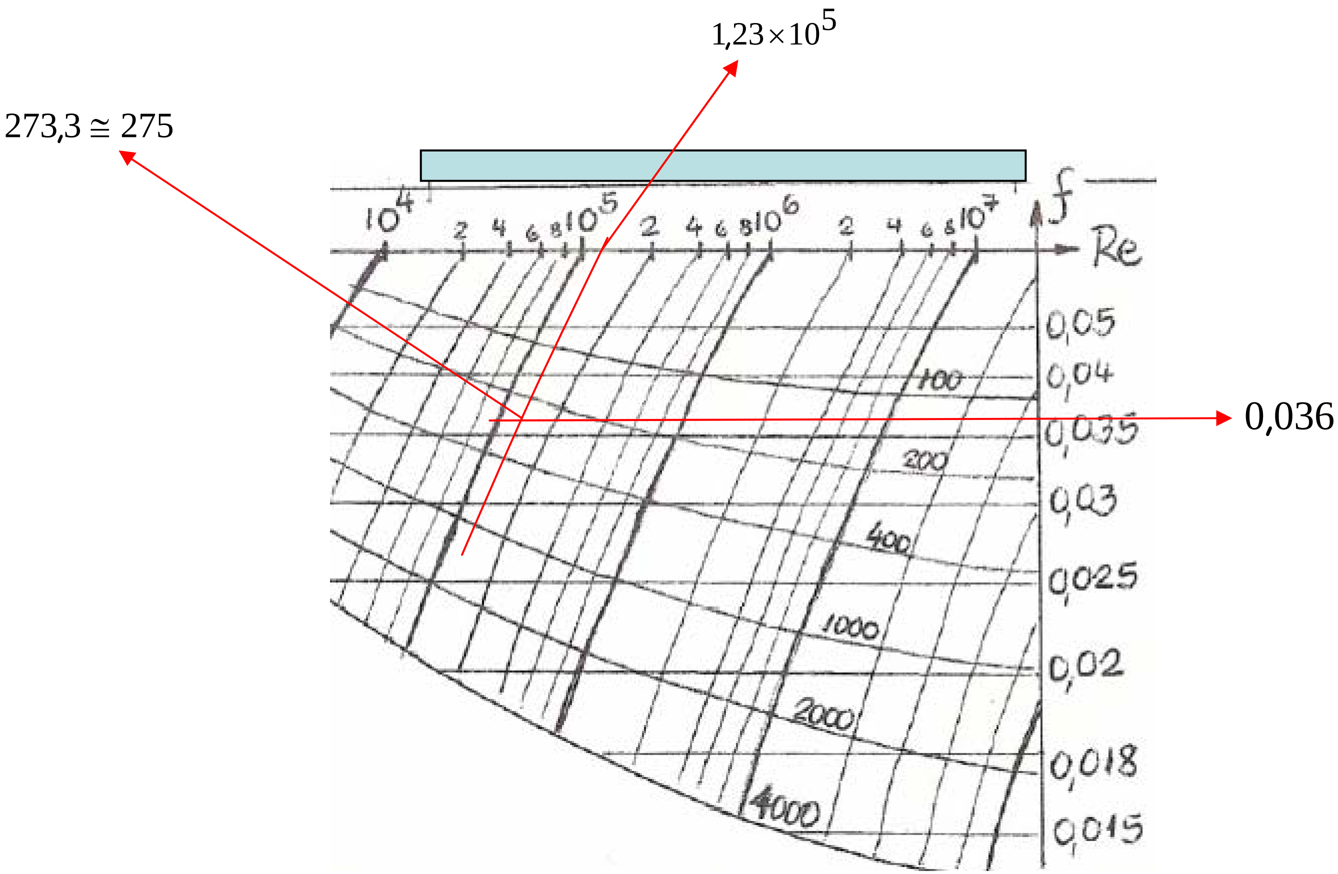
$$\therefore N_B \cong 2{,}22 CV$$



$$v_6 = \frac{4 \times 0{,}004}{\pi \times 0{,}041^2} \cong 3\frac{m}{s} \Rightarrow Re_6 = \frac{3 \times 41 \times 10^{-3}}{10^{-6}} \cong 1{,}23 \times 10^5$$

$$\frac{D_H}{K} = \frac{41 \times 10^{-3}}{1{,}5 \times 10^{-4}} \cong 273{,}3$$

Através do diagrama de Rouse obtém - se $f \cong 0{,}036$



c) Equação da energia de (e) a (6) com PHR em (e):

$$H_e + H_B = H_6 + h_{f_{s-6}} + h_{s_3} + h_{s_4} + h_{s_5}$$

$$0 - \frac{100 \times 10^{-3} \times 13600}{1000} + \frac{v_e^2}{2 \times 9{,}8} + 30 = 5 + \frac{p_6}{1000} + \frac{3^2}{2 \times 9{,}8} + 0{,}036 \times \frac{6}{0{,}041} \times \frac{3^2}{2 \times 9{,}8} + (1{,}2 + 1 + 14) \times \frac{3^2}{2 \times 9{,}8}$$

$$v_e = \frac{4 \times 0{,}004}{\pi \times 0{,}052^2} \cong 1{,}88 \frac{m}{s}$$

$$-1{,}36 + \frac{1{,}88^2}{19{,}6} + 30 = 5 + \frac{p_6}{1000} + 10{,}32 \therefore p_6 = 1{,}35 \frac{kgf}{cm^2}$$

d) $h_{f_{c\text{-}7}} = 0{,}036 \times \frac{2}{0{,}041} \times \frac{3^2}{19{,}6} \cong 0{,}81\, m = \frac{h \times (\gamma_x - \gamma)}{\gamma}$

Equação da energia de 7 a 8:

$$z_7 + \frac{v_7^2}{2g} + \frac{p_7}{\gamma} = z_8 + \frac{v_8^2}{2g} + \frac{p_8}{\gamma} + h_{s_V} \Rightarrow z_7 = z_8 \text{ e } v_7 = v_8 \therefore h_{s_V} = \frac{p_7 - p_8}{\gamma} = \frac{h \times (\gamma_x - \gamma)}{\gamma} = 0{,}81\, m$$

$$h_{s_V} = k_{s_V} \times \frac{v^2}{2g} \Rightarrow 0{,}81 = k_{s_V} \times \frac{3^2}{19{,}6} \therefore k_{s_V} \cong 1{,}76$$

$$e)\ H_{e_A} = H_{s_A} + k_{s_A} \times \frac{v_{e_A}^2}{2g} \Rightarrow \frac{p_{e_A}}{1000} + \frac{3^2}{19{,}6} = \frac{p_{s_A}}{1000} + \frac{v_{s_A}^2}{19{,}6} + k_{s_A} \times \frac{3^2}{19{,}6}$$

$$\frac{p_{e_A} - p_{s_A}}{1000} + \frac{9 - v_{s_A}^2}{19{,}6} = k_{s_A} \times \frac{3^2}{19{,}6}$$

$$\frac{-15 \times 10^{-3} \times (13600 - 1000)}{1000} + \frac{9 - v_{s_A}^2}{19{,}6} = k_{s_A} \times \frac{3^2}{19{,}6}$$

$$v_{s_A} = \frac{4 \times 0{,}004}{\pi \times 0{,}063^2} \cong 1{,}28 \frac{m}{s} \Rightarrow k_{s_A} \cong 0{,}406$$

$$L_{eq_A} = \frac{k_{s_A} \times D_H}{f} = \frac{0{,}406 \times 0{,}041}{0{,}036} \cong 0{,}46\ m$$

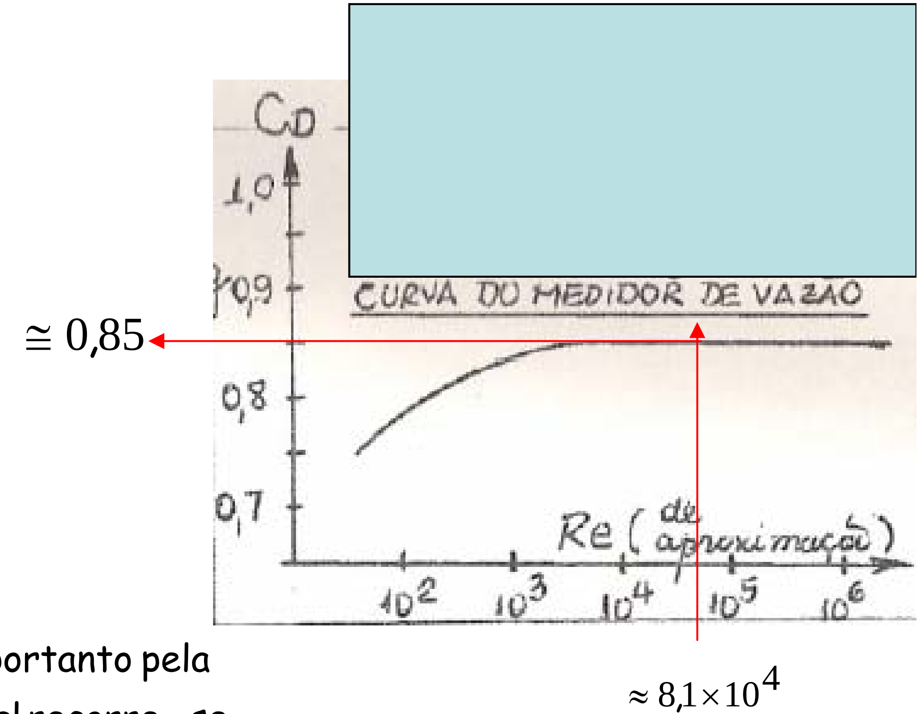
$$f)\; H_y = H_x \Rightarrow z_y + \frac{p_y}{\gamma} + \frac{v_y^2}{2g} = z_x + \frac{p_x}{\gamma} + \frac{v_x^2}{2g}$$

$$\frac{p_9}{\gamma} + h_3 + \frac{v_{máx}^2}{19{,}6} = \frac{p_{10}}{\gamma} + h_1 + h_3 \therefore \frac{v_{máx}^2}{19{,}6} = h_1$$

$$R_{e_y} = \frac{1{,}28 \times 63 \times 10^{-3}}{10^{-6}} = 80640 \therefore \text{escoamento turbulento}$$

$$v_{máx} = \frac{60}{49} \times 1{,}28 \cong 1{,}57 \frac{m}{s}$$

$$\therefore h_1 = \frac{1{,}57^2}{19{,}6} \cong 0{,}125\, m = 12{,}5\, cm$$



g) $H_{11} = H_{12} \Rightarrow$ deve – se trabalhar com a vazão teórica, portanto pela curva característica do Venturi se determina C_d e para tal recorre - se ao número de Reynolds de aproximação, portanto : $R_{e_{11}} = 80640$ e aí se tem o $C_d = 0{,}85 \therefore Q_t = \frac{0{,}004}{0{,}85} \cong 4{,}71 \times 10^{-3} \frac{m^3}{s}$

$$v_{11} = \frac{4 \times 4{,}71 \times 10^{-3}}{\pi \times 0{,}063^2} \cong 1{,}51 \frac{m}{s} \rightarrow v_{12} = \frac{4 \times 4{,}71 \times 10^{-3}}{\pi \times 0{,}035^2} \cong 4{,}9 \frac{m}{s}$$

$$\frac{0{,}7 \times 10000}{1000} + \frac{1{,}51^2}{19{,}6} = \frac{p_{12}}{1000} + \frac{4{,}9^2}{19{,}6} \therefore p_{12} = 1000 \times \left(7 + \frac{1{,}51^2 - 4{,}9^2}{19{,}6} \right)$$

$p_{12} = 5891{,}3 \frac{kgf}{m^2} \Rightarrow$ pela equação manométrica, tem - se :

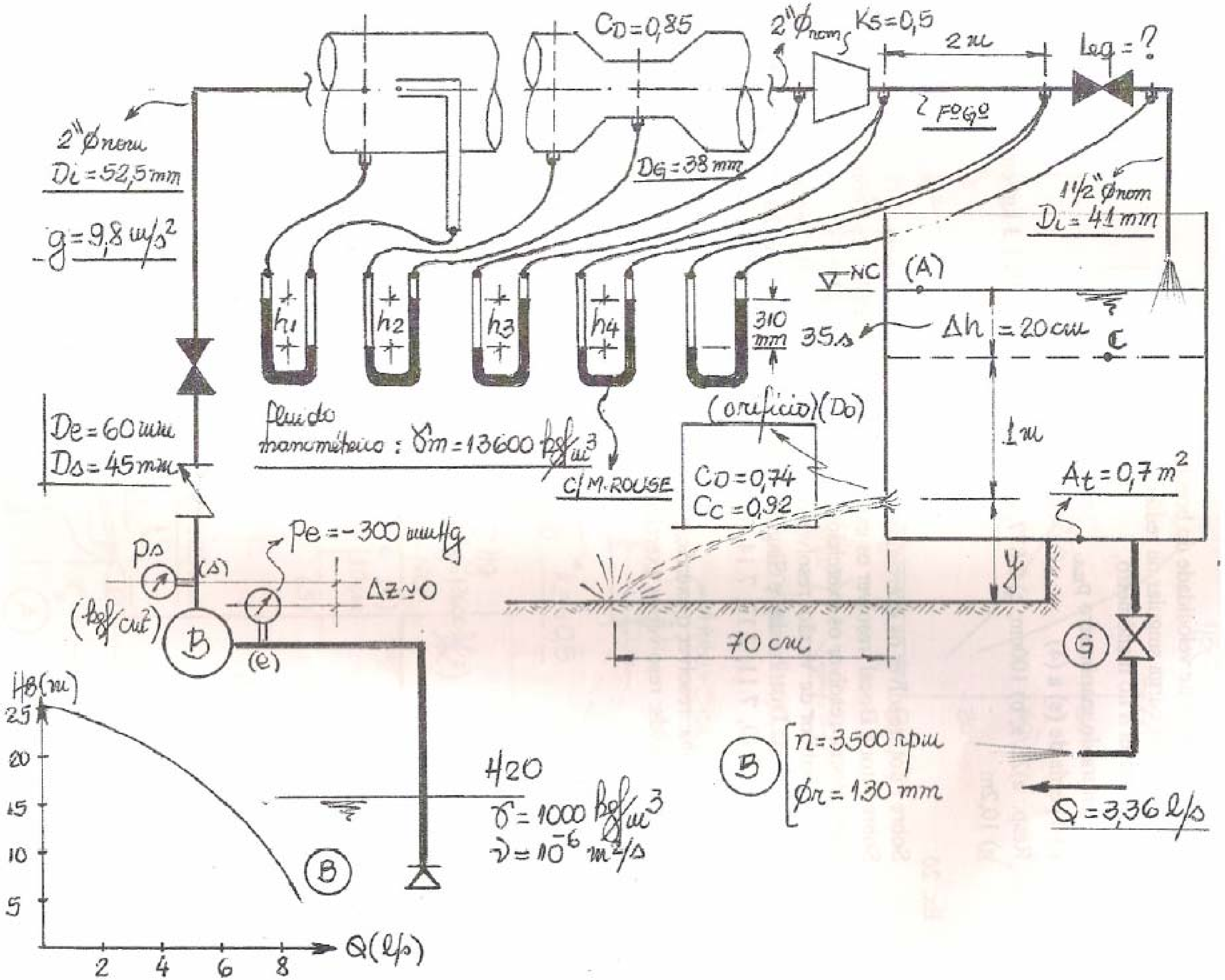
$$5891{,}3 + 300 = 12600 \times h_2 \therefore h_2 \cong 0{,}492\, m = 49{,}2\, cm$$

EX.21 (Referente as experiências: 2,3,4, 5, 6 e 7)
Na figura, fechando as saídas do tanque, a partir do nível (C), o nível sobe 20cm em 35s. Atingindo o nível (A), o orifício é destampado e a válvula (G) é aberta, estabelecendo-se nível constante no tanque. Determinar:

a) p_s;
b) ψ;
c) ϕ;
d) h_1;
e) h_2;
f) h_3;
g) h_4;
h) L_{eq};
i) y;
j) D_0

Resp.: a)1,57kgf/cm2; b)3,41; c) 0,031;d) 20,7mm; e) 50,7mm; f) 41,9mm; g) 52,6mm; h)11,8m; i)15,8cm; j) 15,1mm.

As respostas não foram verificadas ainda



CD=0,85
2"Ønom
Ks=0,5
2 m
Leq=?
2"Ønom
Di=52,5mm
DG=38 mm
l F°G°
11/2"Ønom
Di=41mm
g=9,8 m/s²
h1
h2
h3
h4
310 mm
35 s
NC
(A)
Δh=20cm
C
fluido manométrico : γm=13600 kgf/m³
C/M.ROUSE
(orifício)(Do)
CD=0,74
Cc=0,92
1 m
At=0,7 m²
De=60mm
Ds=45mm
Ps
(s)
Pe=-300 mmHg
(kgf/cm²)
ΔZ≅0
B
(e)
y
70 cm
G
HB(m)
25
20
15
10
5
2
4
6
8
Q(l/s)
B
H2O
γ=1000 kgf/m³
ν=10⁻⁶ m²/s
B
n=3500 rpm
Ør=130 mm
Q=3,36 l/s