

1

Data: 03/08/2014

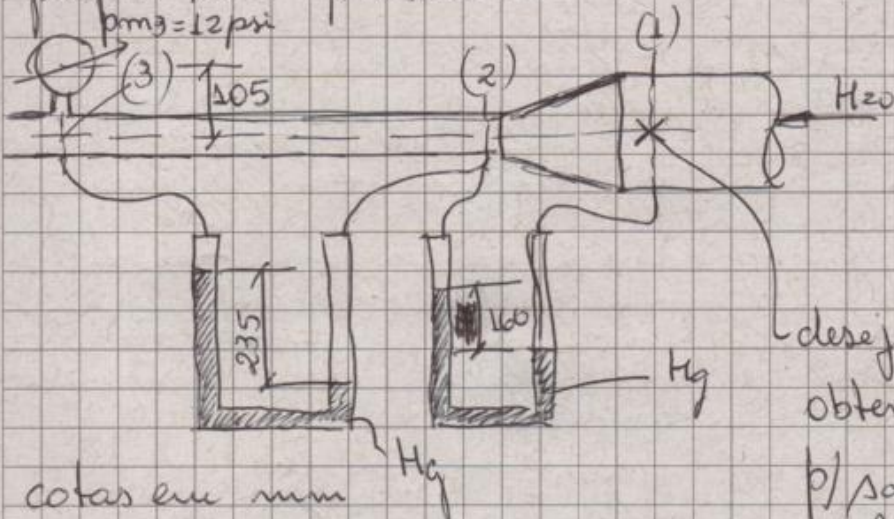
PLANEJAMENTO DA AULA DE TEORIA.

1ª AULA

↳ "CERTEZAS"
↓
ou
↓
FUNÇÕES

Engenheiro tem
que resolver problemas
e criar oportunidades

diante desta convicção e sabendo
através da ANDRAGOGIA que o
adulto aprende fazendo e aprende
com suas experiências vamos
propor um problema:



cotas em mm
temperatura 67°F

deseja
obter p_1
p/saber se
instalamos
um "dado" apertado



Data: 03 / 08 / 2014

Trata-se de um problema de mecânica dos fluidos.

MAS O QUE É MESMO MECÂNICA DOS FLUIDOS?

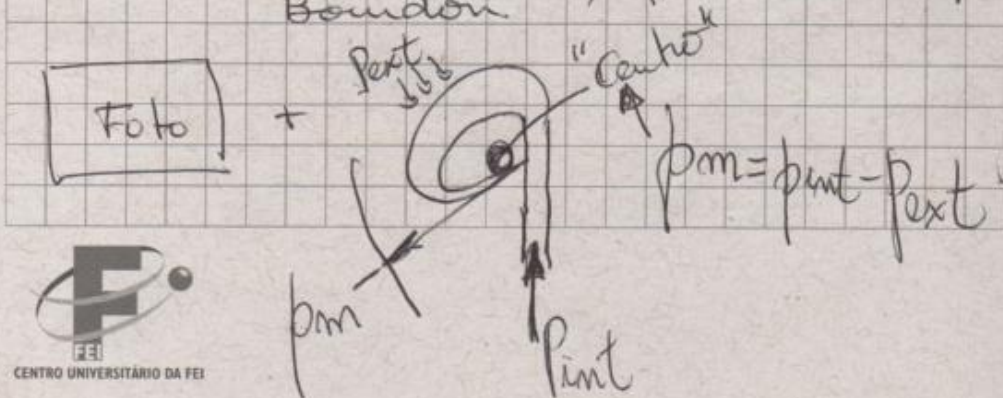
É a parte da física que estuda o fluido em REPOSO e em MOVIMENTO.

FLUIDO EM REPOSO → HIDROESTÁTICA ou ESTÁTICA DOS FLUIDOS.

FLUIDO EM MOVIMENTO → HIDRODINÂMICA

Vamos inicialmente resolver o problema pela ESTÁTICA DOS FLUIDOS e para isto temos que recordar os seguintes conceitos:

1. p_m → pressão manométrica que é a pressão lida por um manômetro metálico, por exemplo Bourdon.



2

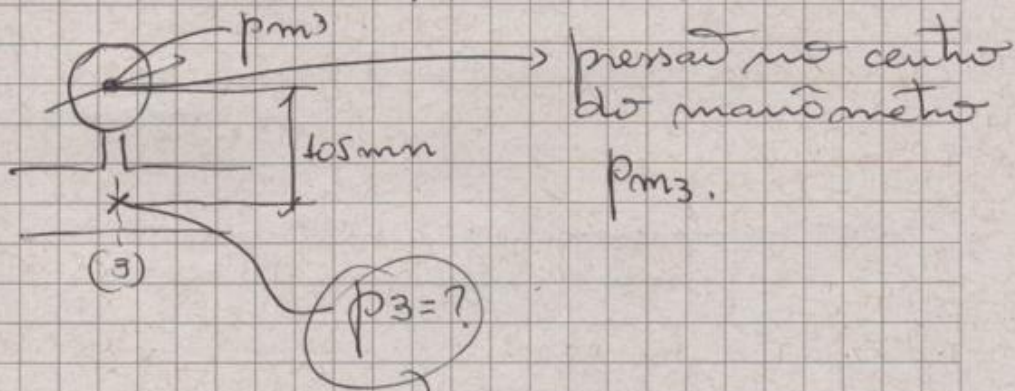
Data: 03/08/2014

A pressão manométrica é o mínimo da pressão efetiva ou seja a pressão considerada na escala efetiva, ou seja, aquela que adota como zero, a pressão atmosférica local, que também é denominada de pressão barométrica.

IMPORTANTE: Quando a pressão externa é igual a pressão atmosférica temos:

$$p_m = p_{int} \rightarrow \text{na escala efetiva}$$

Voltando ao problema:

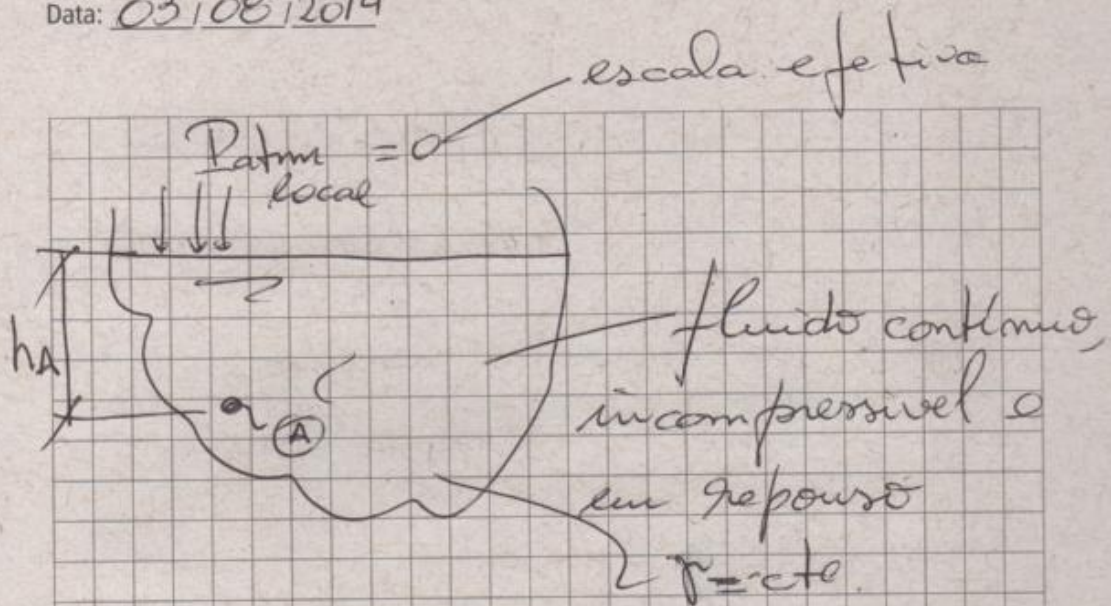


→ evocar o conceito

de pressão em um ponto fluido, no caso na escala efetiva.



Data: 03/08/2014



h_A → chamado de carga de pressão → sempre a unidade é uma unidade de comprimento acrescida do nome do fluido

Exemplo → mca ≡ metro de coluna d'água

mmHg = milímetro de mercúrio

h_A → também é, no caso, a profundidade do ponto, portanto:

$$p_A = \rho \times h_A \rightarrow \text{esc. efetiva.}$$

(3)

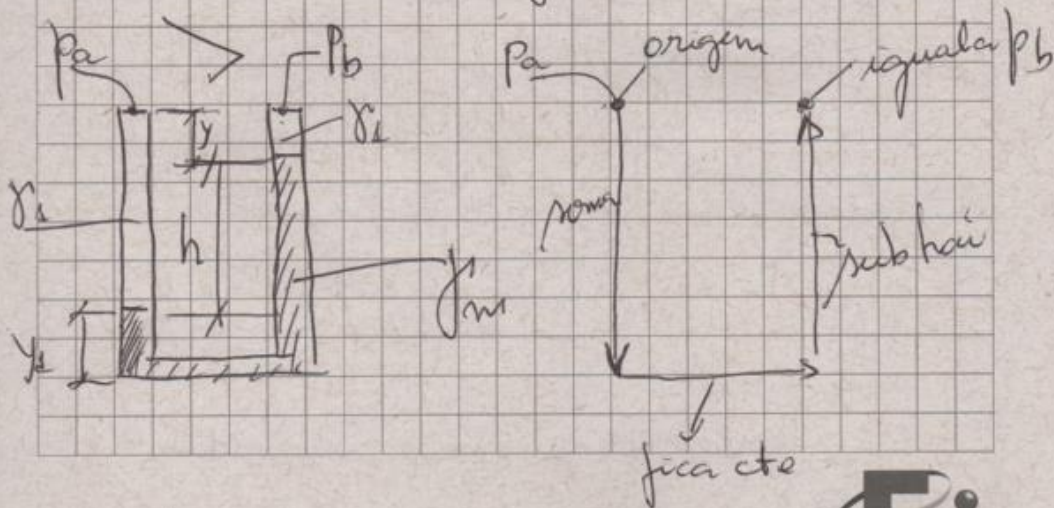
Data: 03/08/2014

$$p_3 = p_{m3} + \gamma \times 0,105$$


$\hookrightarrow \gamma = \gamma_{H_2O} \text{ a } 67^\circ\text{F.}$

A partir deste ponto, evocamos o conceito de equação manométrica que é uma regra prática para obtermos a diferença de pressão entre dois pontos fluidos.

Um dos aparelhos que mais recorre à equação manométrica é o manômetro diferencial de coluna na forma de U



$$p_a + y \cdot \gamma_a + h \cdot \gamma_a + y \cdot \gamma_m - h \cdot \gamma_m - y \cdot \gamma_a - y \cdot \gamma_m = p_b$$

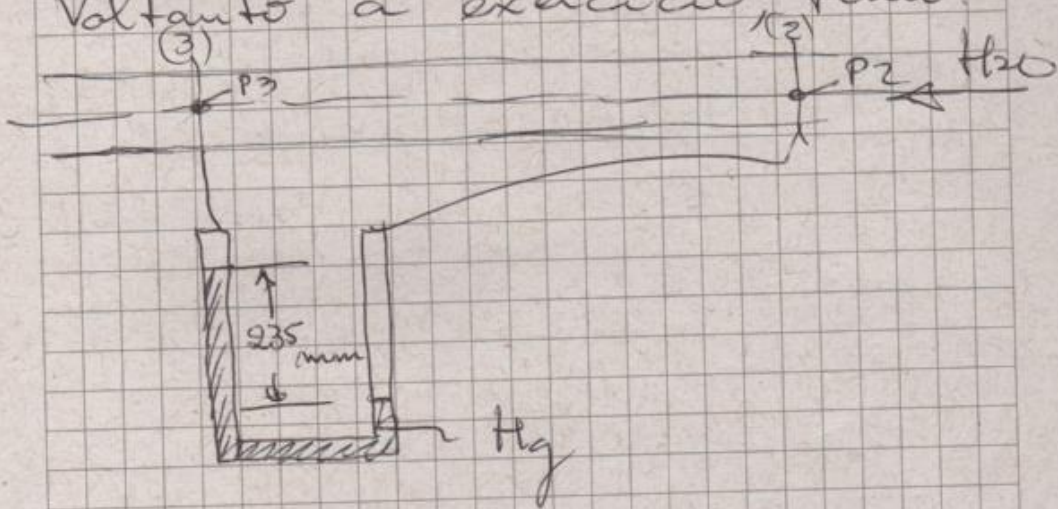

CENTRO UNIVERSITÁRIO DA FEI

Data: 03/08/2014

$$p_a - p_b = h_c (\gamma_m - \gamma)$$

Equação manométrica p/ o exemplo.

Voltando a exercício temos:



$$p_2 - p_3 = 0,235 \times (\gamma_{Hg} - \gamma_{H_2O})$$

ambos a 674

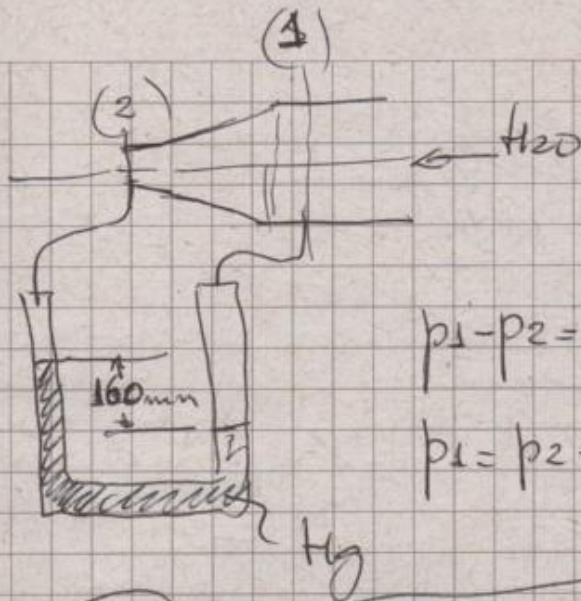
$$p_2 = p_m3 + \gamma_{H_2O} \times 0,105 + 0,235 \times (\gamma_{Hg} - \gamma_{H_2O})$$



CENTRO UNIVERSITÁRIO DA FEI

(4)

Data: 03/08/2014



$$p_1 - p_2 = 0,160 \cdot (\gamma_{Hg} - \gamma_{H_2O})$$

$$p_1 = p_2 + 0,160 \cdot (\gamma_{Hg} - \gamma_{H_2O})$$

$$p_1 = p_{m3} + \gamma_{H_2O} \cdot 0,105 + 0,235 \cdot (\gamma_{Hg} - \gamma_{H_2O}) + 0,160 \cdot (\gamma_{Hg} - \gamma_{H_2O})$$

→ ao determinarmos a pressão p_1 na escala efetiva pela HIDROSTÁTICA, ou seja, pela estática dos fluidos.

Data: 03/08/2014

Vamos procurar resolver o mesmo problema pela **HIDRODINÂMICA**, onde devemos lembrar que:

1. TRATA-SE DE UM ESCOAMENTO CONSIDERADO INCOMPRESSÍVEL, ou seja, como ele também é considerado isotérmico, podemos afirmar que ρ e γ se mantêm constante ao longo do escoamento.
2. TRATA-SE DE UM ESCOAMENTO CONSIDERADO EM REGIME PERMANENTE, ou seja, mantida a vazão (Q) as propriedades em uma dada seção não mudam com o tempo.

IMPORTANTE: esta hipótese simplifica em muito o equação do problema, pois o tempo passa a não ser uma variável e isto possibilita o equacionamento sem equações diferenciais.



CENTRO UNIVERSITÁRIO DA FEI

5

Data: 03/08/2014

3º TRATA-SE DE UMA INSTALAÇÃO COM UMA ENTRADA E UMA SAÍDA e isto nos possibilita efetuarmos UM BALANÇO DE CARGAS.

● DÚVIDA → o que vem a ser CARGA? E qual a vantagem de utilizá-la em vez da energia?

Para responder isto, vamos evocar o conceito de unidade de energia no SI, quem é a unidade de energia J (JOULE)?

↳ Como praticamente não o usamos, procuramos trabalhar com energia por unidade de peso e

aí surge a CARGA,



CENTRO UNIVERSITÁRIO DA FEI

Data: 03/08/2014

Portanto:

$$\text{CARGA} = H = \frac{\text{energia}}{\text{peso}} = \frac{J}{N} = \frac{N \cdot m}{N} = m$$

Portanto a unidade de carga seria uma unidade de comprimento, por exemplo "m" e aí todos exigiam.

BALANÇO DE CARGAS:

$$H_{\text{inicial}} + H_{\text{máquina}} = H_{\text{final}} + H_p$$

se for bomba + H_B

se for turbina - H_T

se não tiver $H_{\text{máq}} = 0$

Portanto ao ~~problema~~ problema vamos efetuar uma



CENTRO UNIVERSITÁRIO DA FEI

6

Data: 03/08/2014

balanço de cargas entre as secções
① e ③

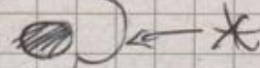
$$H_1 + 0 = H_3 + H_{p_{1-3}}$$

$$Z_1 + \frac{p_1}{\rho} + \frac{\alpha_1 v_1^2}{2g} + 0 = Z_3 + \frac{p_3}{\rho} + \frac{\alpha_3 v_3^2}{2g} + H_{p_{1-3}}$$

Z → carga potencial de posição

$\frac{p}{\rho}$ → carga de pressão

$\frac{v^2}{2g}$ → carga cinética

PARA TUBOS 

α → coeficiente de energia cinética para corrigir a parcela da carga cinética por trabalhar com a velocidade média.

$\alpha = 2,0$ → escoamento laminar.

$$v_{\text{real}} = v_{\text{máx}} \left[1 - \left(\frac{r}{R} \right)^2 \right] \text{ e } v_{\text{média}} = \frac{v_{\text{máx}}}{2}$$



CENTRO UNIVERSITÁRIO DA FEI

Data: 03/08/2014

Escoamento turbulento:

$$V_{real} = V_{max} \left(1 - \frac{r}{R}\right)^{1/n}, \text{ quando}$$

$n=7$, temos $\alpha \approx 1,0$ e $V_{média} = \frac{49}{60} V_{max}$

Adotando PFR no eixo, temos:

$$\frac{p_1}{\rho H_2O} + \frac{\alpha_1 V_1^2}{2g} = \frac{p_{m3} + 0,105 \rho H_2O + \alpha_3 V_3^2}{\rho H_2O} + \frac{V_3^2}{2g}$$
$$+ H_{p_{1-2}} + H_{p_{2-3}}$$

Seção 1 \rightarrow aço de 1,5"

Seção 3 \rightarrow aço de 1"

A partir daí, temos:

* através da equação da energia de 1-2:

$$H_{p_{1-2}} = H_1 - H_2$$



CENTRO UNIVERSITÁRIO DA FEI

7

Data: 03/08/2014

$$H_{p_{1-2}} = \frac{p_1 - p_2}{\gamma} + \frac{\alpha_1 v_1^2 - \alpha_2 v_2^2}{2g}$$

$$p_1 - p_2 = 0,16 \cdot (\gamma_{Hg} - \gamma_{H_2O})$$

67°F

$$V = \frac{Q}{A}, \text{ onde } Q = \frac{\Delta h \times A_t}{t}$$

p/ a situação, temos:

$$\Delta h = 100 \text{ mm}; A_t = 740 \times 740 \text{ (mm}^2\text{)}$$

$$t = 20,25 \text{ s}$$

$$H_{p_{2-3}} = H_2 - H_3 = \frac{p_2 - p_3}{\gamma} = 0,235 \cdot \left(\frac{\gamma_{Hg} - \gamma_{H_2O}}{\gamma_{H_2O}} \right)$$

67°F

Atividade → Determinar p_1 das duas maneiras e comparar as respostas.



CENTRO UNIVERSITÁRIO DA FEI