

As soluções dos exercícios 31 e 32 podem ser vistas no YouTube nos seguintes endereços respectivamente:

- <https://www.youtube.com/watch?v=jQTim9rJILo>
- <https://www.youtube.com/watch?v=jb7fUBOxWOw&feature=youtu.be>

Já para melhor compreender o exercício 33, abordamos: **teorema de Stevin aplicado a um gás, a utilização dos manômetros metálicos tipo Bourdon** e a **utilização dos barômetros**.

Vamos aplicar o teorema de Stevin em gás, para isto, evocamos o exercício 25, nele calculamos a pressão do ar em um pneu (figura 13).



Figura 13

Neste exercício, observamos que todos os pontos, no interior do pneu, estão submetidos praticamente a mesma pressão, isto porque, o peso específico do ar é desprezível quando comparado aos pesos específicos dos líquidos, portanto:

$$p_{2_{\text{gás}}} - p_{1_{\text{gás}}} = \gamma_{\text{gás}} \times h \cong 0 \Rightarrow p_{\text{gás}} \cong \text{cte}$$

No caso do ar, geralmente consideramos variações da sua pressão para **$h > 100 \text{ m}$** .

Em postos de gasolina a leitura da pressão do ar no interior do pneu, geralmente, é feita pelos manômetros metálicos tipo Bourdon (figura 14).

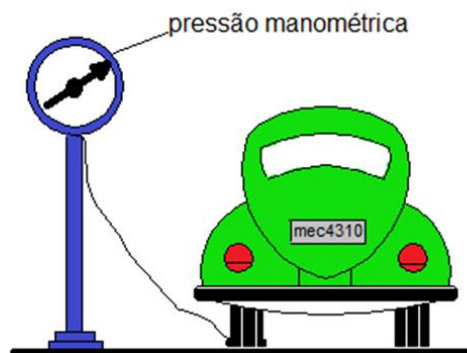


Figura 14

2.6. Manômetro metálico tipo Bourdon

Através dele, lemos a pressão manométrica (p_m), que é sinônimo de pressão efetiva, ou seja, definida na escala que adota como zero a pressão atmosférica local.

Na figura 15, vemos o funcionamento de um manômetro metálico tipo Bourdon.

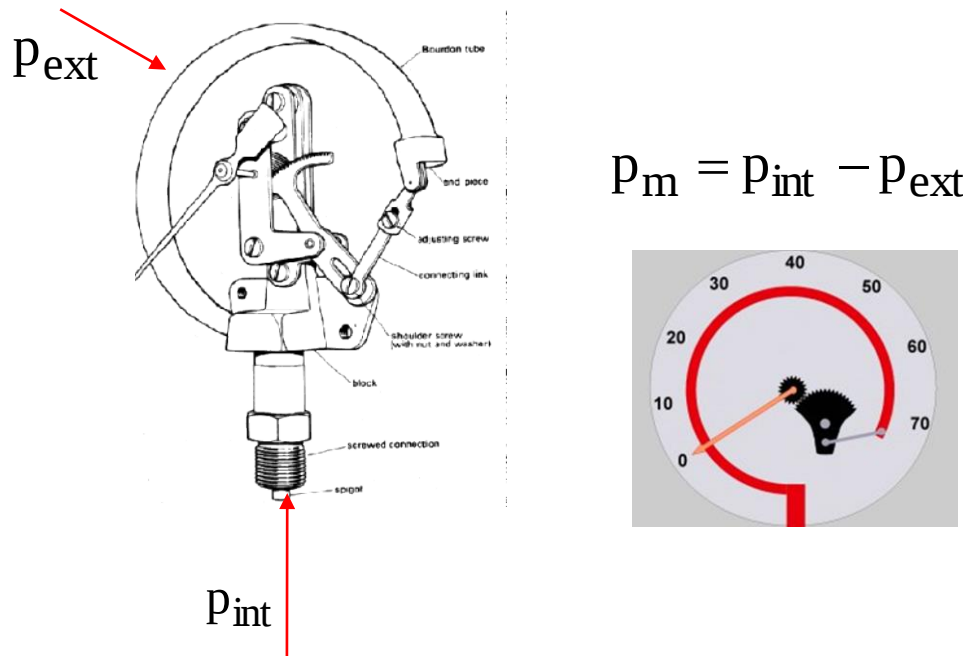


Figura 15

Os manômetros metálicos podem apresentar a seguinte classificação em função de suas escalas de pressão:

Manômetro = escala só positiva

manovacuômetro = negativa e positiva



Vacuômetro = só escala negativa



2.7. Barômetro

É o aparelho que permite determinar a pressão atmosférica local, que é também denominada de pressão barométrica (figura 16)

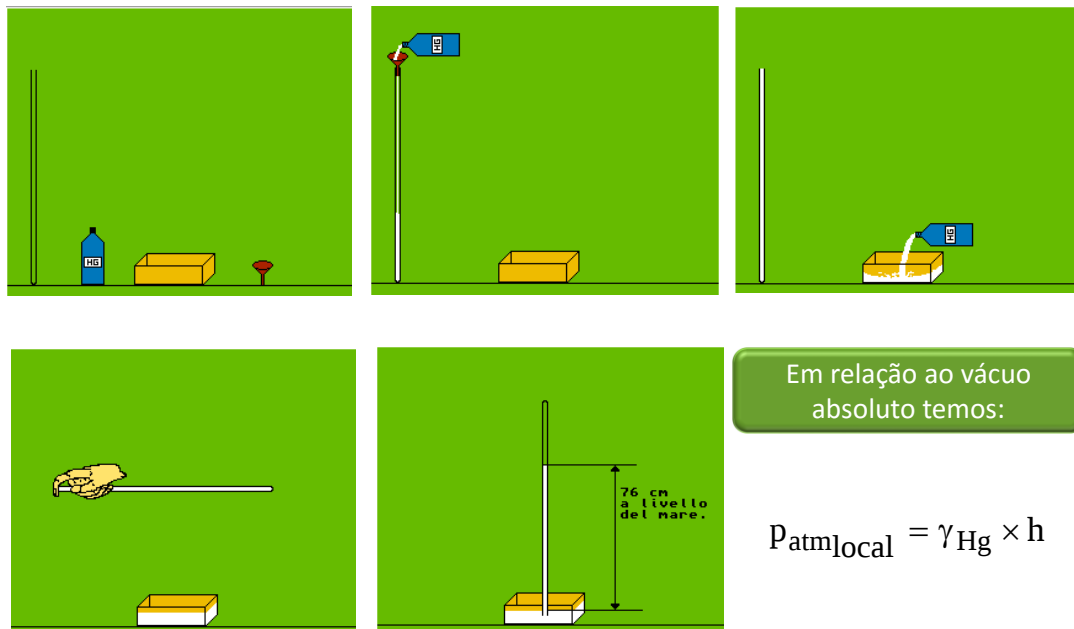


Figura 16

O barômetro trabalha na escala absoluta que é aquela que adota como zero o vácuo absoluto, portanto nesta escala só temos pressões positivas, teoricamente, poderíamos ter a pressão igual a zero que corresponderia a pressão no vácuo absoluto.

2.8. Escala comparativa entre as escalas de pressão (figura 17)

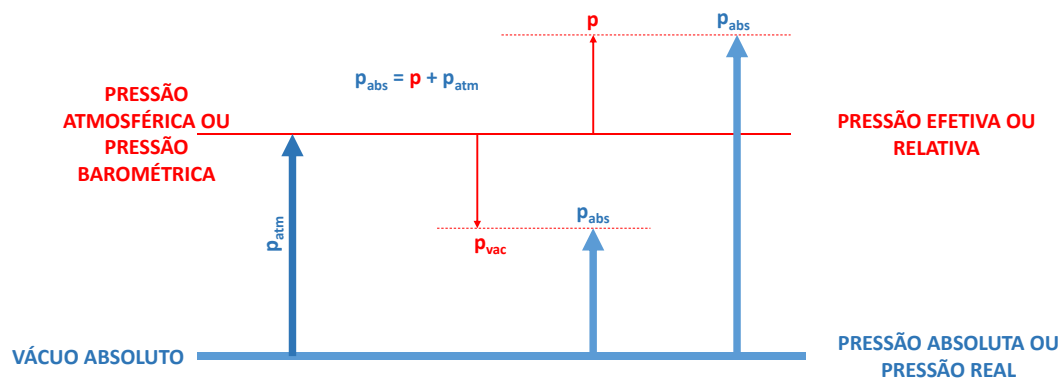


Figura 17

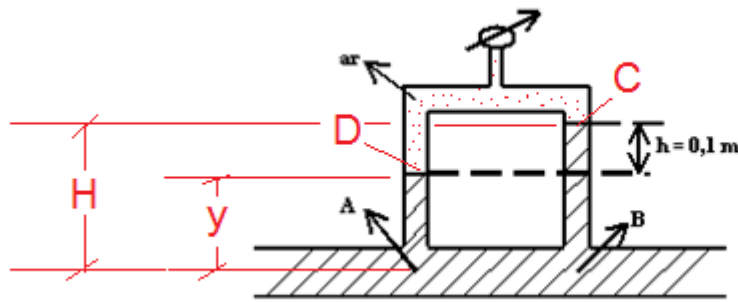
$$p_{absoluta} = p_{efetiva} + p_{barométrica}$$
$$\therefore p_{absoluta} = p_{efetiva} + p_{atm_local}$$

Importante: pressão manométrica é diferente de pressão barométrica (figura 18)



Figura 18

Resolução do exercício 33:



Dados:

$$\rho_{\text{água}} = 1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3};$$

$$\rho_{\text{ar}} = 1,2 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}; g = 9,8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

1. determinar o diferencial de pressão entre os pontos A e B, em Pa

$$p_B - p_C = \gamma_{\text{água}} \times H = \rho_{\text{água}} \times g \times H$$

$$p_B = 1000 \times 9,8 \times (y + 0,1) + p_C = 9800 \times y + 980 + p_{\text{ar}}$$

$$p_A - p_D = \gamma_{\text{água}} \times y$$

$$p_A = 1000 \times 9,8 \times y + p_D = 9800 \times y + p_{\text{ar}}$$

$$\therefore p_B - p_A = 9800 \times y + 980 + p_{\text{ar}} - (9800 \times y + p_{\text{ar}}) = 980 \frac{\text{N}}{\text{m}^2}$$

2. calcular a pressão absoluta no interior da camada de ar, sendo a leitura do manômetro de Bourdon $P_{\text{man}} = 10^4 \text{Pa}$, e a pressão atmosférica local $P_{\text{atm}} = 10^5 \text{Pa}$.

$$P_{\text{man}} = P_{\text{manométrica}} = P_{\text{efetiva}} = p_{\text{ar}} = 10^4 \text{Pa} = 10000 \text{Pa}$$

$$p_{\text{ar,abs}} = P_{\text{efetiva}} + P_{\text{atm_local}}$$

$$p_{\text{ar,abs}} = 10000 + 100000 = 110000 \frac{\text{N}}{\text{m}^2}$$

2.9. Equação manométrica

É a equação que aplicada nos manômetros de coluna de líquidos, resulta em uma diferença de pressões entre dois pontos fluidos, ou na pressão de um ponto fluido.

Para se obter a equação manométrica, deve-se adotar um dos dois pontos como referência. Parte-se deste ponto, marcando a pressão que atua no mesmo e a ela soma-se os produtos dos pesos específicos com as colunas descendentes ($+\Sigma \gamma * h_{\text{descendente}}$), subtrai-se os produtos dos pesos específicos com as colunas ascendentes ($-\Sigma \gamma * h_{\text{ascendente}}$) e iguala-se à pressão que atua no ponto não escolhido como referência.

Adotando como referência o ponto (1) e aplicando-se a equação manométrica ao esboço representado pela figura 19, resulta:

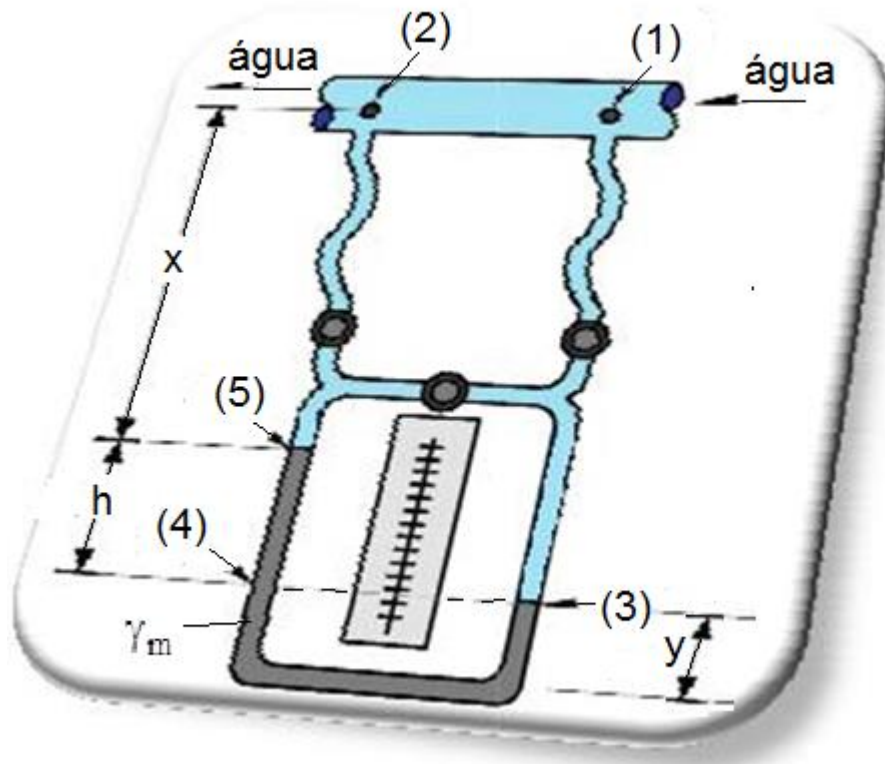


Figura 19

$$p_1 + \gamma_{\text{água}} \times x + \gamma_{\text{água}} \times h + \gamma_m \times y - \gamma_m \times y - \gamma_m \times h - \gamma_{\text{água}} \times x = p_2$$

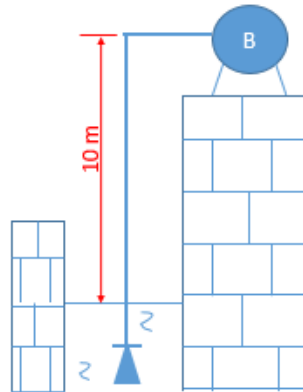
$$p_1 - p_2 = h \times (\gamma_m - \gamma_{\text{água}})$$



Equação manométrica para a figura 19

Exercício 34: Refazer os exercícios 31 e 32, porém utilizando a equação manométrica.

Exercício 35: A instalação, representada abaixo, tem uma bomba centrífuga de 1,5CV e se encontra em local com pressão barométrica igual a 698 mmHg, neste caso, ela irá funcionar? Justifique



Exercício 36: Na figura, a superfície da água está em (A), pois neste nível a pressão absoluta do ar é de 104 kPa. Nesta condição a leitura L é de 68 cm, a leitura no manômetro metálico é de 0,8 mca e a cota z de 25 cm. Ao retirar a rolha, a superfície da água passa para o nível (B). Sendo o peso específico da água de 9800 N/m³, a massa específica do mercúrio de 13600 kg/m³ e o diâmetro do reservatório D = 13 cm. Pede-se:

- Qual o peso específico do fluido manométrico (γ_m)?
- Qual a leitura barométrica local em mmHg?
- Se na condição da figura (com a rolha), temos a cota H = 65 cm; qual será a nova cota H quando se retirar a rolha?
- Qual o valor do diâmetro d?

