

MANÔMETRO DE TUBO ABERTO

1. Objetivos:

- Conhecer e operar um manômetro de tubo aberto, usando água como líquido manométrico;
- Determinar a variação de pressão de acordo com a profundidade de um líquido;
- Determinar a densidade da água e óleo;
- Identificar regularidades, associando fenômenos que ocorrem em situações semelhantes para utilizar as leis que expressam essas regularidades na análise e previsões de situações do dia-a-dia.

2. Fundamentos teóricos:

A pressão que atua em um corpo em equilíbrio imerso em um fluido a uma profundidade h é dada por: $P = P_0 + \rho gh$. Onde, P é a pressão absoluta, P_0 a pressão atmosférica na superfície do fluido ($1 \text{ atm} \sim 10^5 \text{ Pa}$), ρ a densidade volumétrica do fluido e g a aceleração da gravidade. A princípio para que possamos usar esta equação temos que conhecer a densidade do fluido e a pressão em sua superfície. No caso de fluidos imersos em recipientes abertos a pressão na superfície é a pressão atmosférica.

O manômetro de tubo aberto é basicamente um tubo de vidro em forma de **U**, com uma porção líquida no seu interior (trecho Δy , Fig. 1A). O prolongamento de um dos seus ramos se encontra no interior do recipiente cuja pressão é P , e se pretende determinar enquanto que a outra fica livre e em contato com a atmosfera. Este instrumento é usado para medir a diferença entre a pressão absoluta e atmosférica, chamada de pressão manométrica (P_m), definida como:

$$P_m = P - P_0 = \rho gh \quad (1)$$

No equilíbrio, o valor P_m que atua na superfície do líquido manométrico, do lado fechado Y_1 , é a mesma que atua no ponto P (lado inferior do tubo fechado submerso no becker), ou seja

$$P_m = \rho g \Delta y = P \quad (2)$$

onde $h = \Delta y = Y_2 - Y_1$. Neste experimento utilizaremos água como líquido manométrico (dentro do manômetro), para determinar as densidades da água e óleo dentro do becker. Lembrando que a densidade da água é igual a $1,0 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$.

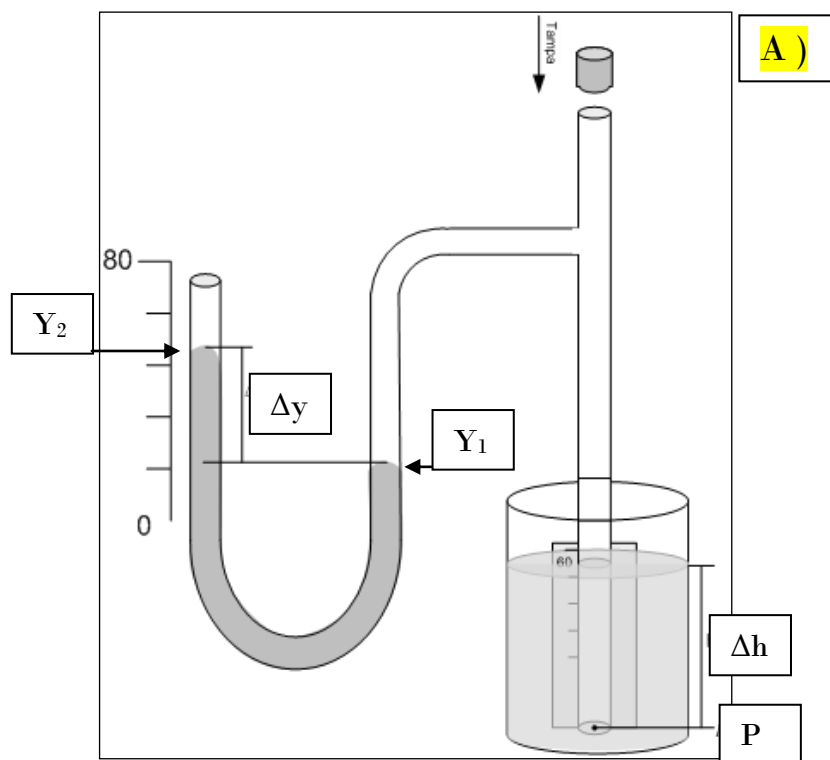
3. Material necessário:

Painel hidrostático FR2 com escala milimetrada acoplável; tripé com haste de suporte para painel; tampão; copo de Becker de 50 ml contendo água e depois óleo.

4. Procedimentos no Painel II

- 4.1. Antes de começar o experimento, verifique que a altura da água nas extremidades do manômetro estejam na mesma altura. 20 mm, 30 mm (recomendável neste experimento);
- 4.2. Com as duas extremidades abertas do manômetro, coloque o tampão na extremidade superior à direita;
- 4.3. Verifique se as posições atingidas pelas superfícies Y_1 e Y_2 do líquido, mudaram depois de ter posto o tampão, caso positivo anote;
- 4.4. Coloque a escala vertical do painel imersa no copo (becker) inicialmente vazio (veja Fig.1);
- 4.5. Ajuste sua posição para que o zero coincida com a extremidade do tubo vertical e fique aproximadamente 10 mm do tampo da mesa;
- 4.6. Adicione água no copo até que a extremidade do tubo vertical (e portanto também o zero da escala) toque a superfície líquida;
- 4.7. Aguarde 30 segundos sem tocar o experimento.
- 4.8. Certifique-se de que as posições Y_1 e Y_2 anteriormente medidas não foram alteradas;

- 4.9. Acrescente gradativamente água no copo. Observe se parte da água acrescentada sobe pelo tubo, Caso positivo anote as alturas h_2 e h_1 , e calcule $\Delta h = h_2 - h_1$. Note que h_2 é a altura da coluna da água dentro do becker e h_1 a altura da água dentro do tubo vertical do manômetro (veja Fig. 1B);
- 4.10. Faça variar a profundidade Δh no interior do copo, incrementando h_2 , para os valores mostrados na tabela 1;
- 4.11. Preencha a tabela 1 e calcule a pressão manométrica, definida anteriormente, para cada Δy .
- 4.12. Construa o gráfico $P \times \Delta h$ e encontre a densidade da água usando a equação da reta;
- 4.13. Esvazie o copo, com água, seque-o com papel toalha e coloque-o novamente na posição anterior, sem modificar a posição da escala vertical do tubo;
- 4.14. Adicione óleo no copo até que a extremidade do tubo vertical toque a superfície líquida, e repita os procedimentos dos itens 4.3 - 4.10. **Nota:** Observe, se parte do óleo acrescentado sobe pelo tubo, a fim de encontrar Δh corretamente.
- 4.15. Preencha a tabela 2 e calcule a pressão manométrica, definida anteriormente, para cada Δy .
- 4.16. Construa o gráfico $P \times \Delta h$ e encontre a densidade do óleo usando a equação da reta;



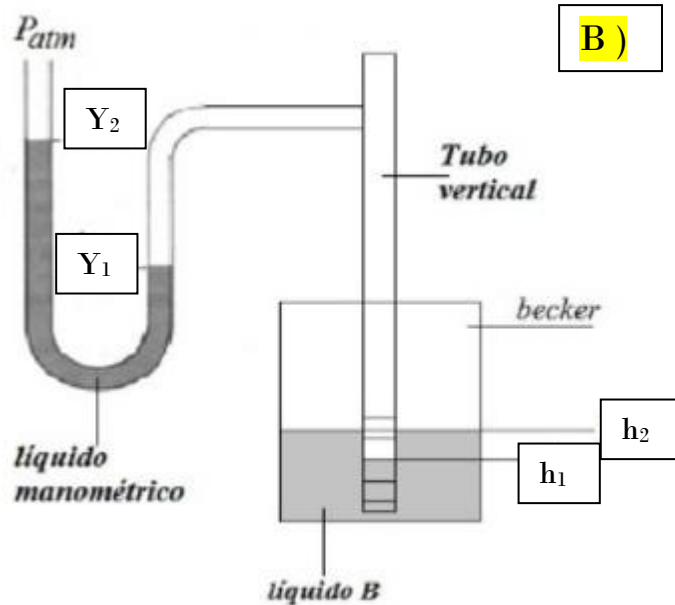


Figura 1- Representação gráfica de um manômetro de tubo aberto. (a)

Tabela 1- Água

| h_2 (mm) | h_1 (mm) | Δh (mm) | Y_2 (mm) | Y_1 (mm) | Δy (mm) | $P_m = P$ (Pa) |
|---------------|---------------|--------------------|---------------|---------------|--------------------|-------------------|
| 0 | | | | | | |
| 10 | | | | | | |
| 20 | | | | | | |
| 30 | | | | | | |
| 40 | | | | | | |
| 50 | | | | | | |
| 60 | | | | | | |

Tabela 2- Óleo

| h_2 (mm) | h_1 (mm) | Δh (mm) | Y_2 (mm) | Y_1 (mm) | Δy (mm) | $P_m = P$ (Pa) |
|---------------|---------------|--------------------|---------------|---------------|--------------------|-------------------|
| 0 | | | | | | |
| 10 | | | | | | |
| 20 | | | | | | |
| 30 | | | | | | |
| 40 | | | | | | |
| 50 | | | | | | |
| 60 | | | | | | |

5. Conclusões:

Compare e comente sobre seus resultados obtidos, e diga que aplicações práticas utilizam este princípio (pelo menos duas).