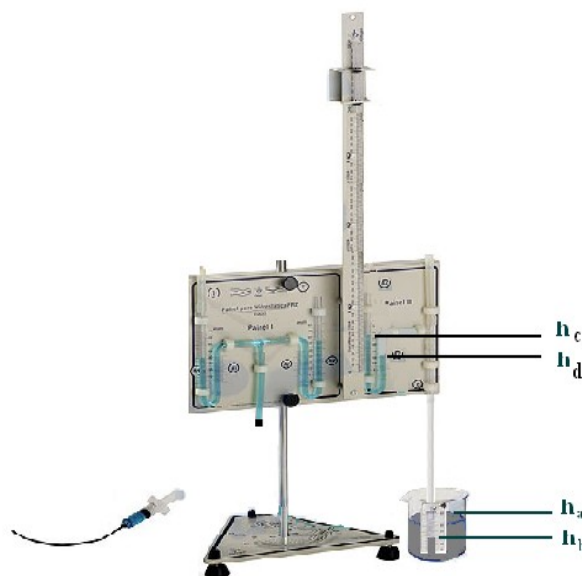


A pressão num ponto de um líquido em equilíbrio

1- Objetivos Gerais:

- Calibrar um manômetro de tubo aberto:
- Usar o manômetro calibrado para medir a pressão em pontos de um fluido de densidade desconhecida.



2 - Experimentos:

2.1 - Calibração do manômetro:

1. Leia e anote a posição da superfície do líquido manométrico A (densidade desconhecida) no tubo em forma de U . O referido tubo está situado ao lado direito do painel hidrostático FR2 – EQ033 que encontra-se sobre a mesa. Uma fotografia deste painel está apresentada na figura 1.
2. Com as duas extremidades do manômetro abertas, coloque o tampão na extremidade superior (à direita);
3. Leia e anote as posições atingidas pelas superfícies h_c e h_d do líquido manométrico, com as suas respectivas incertezas;
4. Coloque a escala vertical do painel imersa no Becker inicialmente vazio;
5. Ajuste sua posição para que o zero coincida com a extremidade do tubo vertical e fique a aproximadamente $10,00\text{ mm}$ do tampo da mesa;
6. Adicione **GLICERINA** no Becker até que a extremidade do tubo vertical (e portanto também o zero da escala) toque a superfície líquida;

Figura 1: Painel Hidrostático

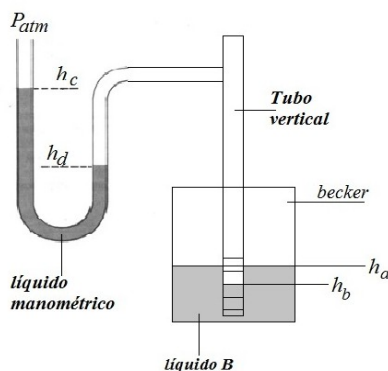


Figura 2: Painel Hidrostático

7. Aguarde 30 segundos sem tocar o equipamento;
8. Certifique-se de que as posições h_c e h_d anteriormente medidas não foram alteradas;
9. Acrescente gradativamente **Glicerina** no Becker. Observe que parte da glicerina acrescentada sobe pelo tubo, onde a profundidade h é a diferença entre a superfície da glicerina dentro do Becker, h_a , e a altura da coluna de glicerina, h_b , dentro do tubo vertical do manômetro mostrada na figura 2:

$$h = h_a - h_b$$
;
10. Faça variar a profundidade $h = h_a - h_b$ no interior do Becker para os seguintes valores de h_a da tabela 1; Complete a tabela 1 com os valores de h_b no interior do tubo vertical, e os respectivos valores de h_c e h_d no tubo do manômetro; Para cada profundidade h da tabela 1, calcule a pressão manométrica P_m usando a densidade da glicerina igual $1,2610 \text{ g/cm}^3$. Complete a tabela 1 com os valores dos desníveis h e a respectiva pressão manométrica, e também os desníveis $H = h_c - h_d$;
11. Com os dados da tabela 1, faça um gráfico da pressão manométrica P_m associada à coluna de glicerina em função do desnível H do líquido manométrico. Encontre a partir do gráfico a densidade ρ_A do fluido manométrico no tubo em U;
12. Explique por que é correto calcular a densidade ρ_A do fluido manométrico usando valores da pressão P_m calculada a partir dos valores da altura $h = h_a - h_b$ da glicerina.
13. Agora que a densidade do líquido manométrico está determinada, podemos converter qualquer desnível H em pressão manométrica P_m e, desta forma, usar o manométrico para medir pressões e densidades desconhecidas de qualquer fluido;



2.2 - Medição de densidade de um líquido desconhecida:

Agora que você já conhece a densidade ρ_A do líquido manométrico, vamos determinar a densidade ρ_B de um líquido desconhecido.

14. Esvazie o Becker, **retornando a glicerina utilizada para o Becker identificado**, lave e seque com papel toalha. Coloque-o novamente na posição anterior;
15. Adicione o líquido B no Becker até que a extremidade do tubo vertical toque a superfície líquida, e repita os procedimentos dos *itens 7 e 8*;
16. Acrescentando gradativamente o líquido B no Becker, faça variar o desnível no seu interior para os valores de h_a mostrados na tabela 2;
17. Complete a tabela 2 com os desníveis $h = h_a - h_b$, os desníveis $H = h_c - h_d$ no tubo do manômetro (agora já calibrado) e a pressão manométrica para cada um dos desníveis H do manômetro;
18. Com os dados da tabela acima faça um gráfico da pressão manométrica P_m em função do desnível h no Becker e, com ele, encontre a densidade ρ_B .

3 – Introdução Teórica:

A pressão que atua em um corpo em equilíbrio imerso em um fluido a uma profundidade h

$$P = P_o + \rho gh \quad (1)$$

onde P_o é a pressão na superfície do fluido, ρ é a densidade volumétrica do fluido e g é aceleração gravitacional. 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 aberto a pressão na superfície é a pressão atmosférica P_{atm} igual a $1 atm$ (cerca de $10^5 Pa$). Isto é o que ocorre em um manômetro de tubo aberto (ver figura 3). Este instrumento é usado para medir a diferença de pressão

$$P_m = P - P_{atm} = \rho gh \quad (2)$$

chamada pressão manométrica. Mesmo neste caso, onde a pressão superficial é conhecida, ainda resta conhecer a densidade do fluido com o qual o manômetro opera. Neste experimento vamos usar um manômetro de tubo aberto que opera com uma substância desconhecida para medir a pressão manométrica no interior de um fluido de densidade também desconhecida. Então é necessário primeiramente determinar a densidade da substância contida no manômetro, essa etapa faz parte de sua calibração. Uma vez calibrado, podemos usar o manômetro de tubo aberto para medir pressões em qualquer outro fluido sem que haja necessidade de conhecer a densidade deste último.

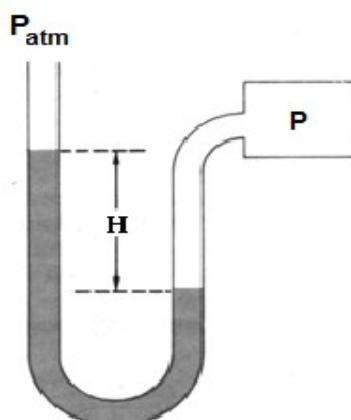


Figura 3: Manômetro de tubo aberto



Tabelas:

h_a (mm)	h_b (mm)	Desnível h (mm)	$P_m = \rho gh$ (Pa)	h_c (mm)	h_d (mm)	Desnível H no tubo. $H = h_c - h_d$ (mm)
0						
15,00						
30,00						
45,00						
60,00						

Tabela 1

h_a (mm)	h_b (mm)	Desnível h (mm)	h_c (mm)	h_d (mm)	Desnível H no tubo. $H = h_c - h_d$ (mm)	$P_m = \rho gH$ (Pa)
0						
15,00						
30,00						
45,00						
60,00						

Tabela 2