



1 de junho de 2019

Duração: 1 h 25 min

Prova Experimental - Escalão A

Como determinar a densidade de um fluido

Material necessário:

- Jarro com água
- Tubo de ensaio
- Anel elástico para marcar uma linha de referência no tubo de ensaio
- Conta-gotas e frasco com água destilada (densidade $1,00 \text{ g/cm}^3$)
- Óleo num copo de plástico
- Régua, para medir os níveis dos líquidos
- Guardanapos, para limpar o tubo de ensaio antes de introduzir óleo
- Folha de papel milimétrico

Princípio da experiência

A experiência que vais realizar é uma aplicação da lei de Arquimedes. O objetivo é determinar a densidade do óleo sem usar as dimensões do tubo de ensaio. O sistema experimental está esquematizado na figura 1, onde um tubo de ensaio está mergulhado num jarro com água, orientado na vertical e com a boca virada para cima. Para medir os níveis da água no jarro, L_e , e do líquido no interior do tubo, L_i , deve ser usada a mesma linha de referência no tubo, na região com secção uniforme.

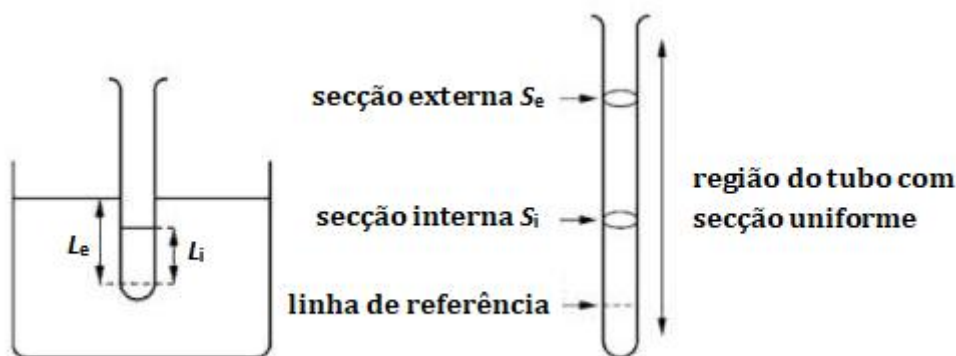


Fig.1 – Esquema da montagem experimental, mostrando as alturas a medir (esquerda) e as dimensões do tubo (direita) necessárias à execução do trabalho experimental.

De modo a aplicar adequadamente a lei de Arquimedes, é necessário determinar o volume ocupado pelo líquido contido no tubo e o volume de água deslocado quando é imerso. Para este fim, definem-se os parâmetros:

S_i – secção interna do tubo na região uniforme

S_e – secção externa do tubo na região uniforme

V_i – volume interno do tubo abaixo da linha de referência

V_e – volume externo do tubo abaixo da linha de referência

L_i – distância entre a linha de referência e a superfície do líquido dentro do tubo

L_e – distância entre a linha de referência e a superfície da água fora do tubo

Devemos ainda introduzir os parâmetros seguintes:

ρ – densidade do líquido (ρ_a para a água, ρ_o para o óleo)

M – massa do tubo de ensaio vazio

Com o tubo em equilíbrio na água, a impulsão, I , que é igual ao peso da água deslocada, deve igualar o peso total do tubo de ensaio (incluindo o líquido no seu interior), P . Usando os parâmetros acima definidos, estas forças são dadas por:

$$I = (V_e + S_e L_e) \rho_a g \quad (1)$$

$$P = (M + V_i \rho + S_i L_i \rho) g \quad (2)$$

Da condição de equilíbrio $I = P$, resulta:

$$(V_e + S_e L_e) \rho_a = M + V_i \rho + S_i L_i \rho \quad (3)$$

A equação (3) permite relacionar L_e e L_i por:

$$L_e = A + B L_i \quad (4)$$

onde os coeficientes A e B são:

$$A = \frac{M + V_i \rho - V_e \rho_a}{S_e \rho_a} \quad (5)$$

$$B = \frac{S_i \rho}{S_e \rho_a} \quad (6)$$

Os coeficientes A e B não dependem dos níveis dos líquidos, pelo que a linha de referência pode ser escolhida em qualquer posição conveniente do tubo na zona de secção uniforme.

Execução experimental

Primeira parte:

Na primeira parte da experiência, o líquido a usar no tubo de ensaio é a água. A equação (4) permite determinar o parâmetro:

$$B_1 = \frac{S_i}{S_e} \quad (7)$$

obtido a partir da equação (6) tendo em conta que $\rho = \rho_a$.

(a) Para obteres o parâmetro B_1 , são necessários vários conjuntos de distâncias L_e e L_i . Para obter as primeiras medidas, vai colocando água no tubo, usando o conta-gotas, até que este fique na posição vertical. Usando a régua, com uma extremidade no fundo do jarro, regista

as posições da linha de referência na parte inferior do tubo e dos níveis de água dentro e fora do tubo, de modo a obter as distâncias L_e e L_i . Vai adicionando gotas de água ao tubo, de modo a obter vários conjuntos de pontos, sem deixar o tubo submergir na água. Preenche a tabela 1 com os valores obtidos (em milímetros).

Nota: A gama de valores L_e para a qual a experiência é possível (desde que o tubo se mantenha vertical) é limitada a cerca de 3 cm. Tenta obter pelo menos 6 medidas nesta região.

(b) Representa graficamente, na folha de papel milimétrico, L_e em função de L_i . Traça a reta que melhor se ajuste aos pontos do gráfico e determina o parâmetro B_1 .

Segunda parte:

Na segunda parte da experiência, o líquido a usar no tubo de ensaio é o óleo. A equação (4) permite obter o parâmetro:

$$B_2 = \frac{S_i \rho_o}{S_e \rho_a} \quad (8)$$

Comparando as equações (7) e (8), a densidade do óleo pode ser obtida a partir da relação:

$$\frac{B_2}{B_1} = \frac{\rho_o}{\rho_a} \quad (9)$$

(c) Começa por secar o tubo de ensaio com os guardanapos disponíveis. Repete o procedimento (a) usando óleo no interior do tubo. Preenche a tabela 2 com os valores obtidos (em milímetros).

(d) Representa graficamente, na folha de papel milimétrico, L_e função de L_i . Traça a reta que melhor se ajuste aos pontos do gráfico e determina o parâmetro B_2 .

(e) Usando a equação (9) obtém o valor da densidade do óleo. Discute os possíveis erros obtidos nessa medida.

Nome: _____

Escola: _____

Tabela 1 – Resultados obtidos com água no tubo de ensaio.

Ponto fixo	Nível de água externo	Nível de água interno	L_e	L_i

Tabela 2 – Resultados obtidos com óleo no tubo de ensaio.

Ponto fixo	Nível de água externo	Nível de óleo interno	L_e	L_i