

Prática 6

Determinação da viscosidade dinâmica de um fluido utilizando o viscosímetro de esfera

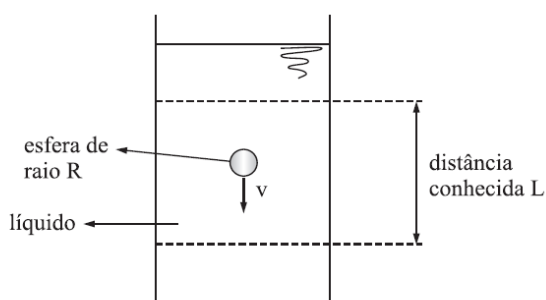
Introdução

A viscosidade dinâmica é a propriedade dos fluidos que permite equilibrar, dinamicamente, forças tangenciais externas quando os fluidos estão em movimento. Matematicamente, μ é a constante de proporcionalidade da lei de Newton da viscosidade. De uma forma mais prática, viscosidade é a propriedade que indica a maior ou menor dificuldade de o fluido escoar (escorre). No sistema internacional (SI) a unidade da viscosidade é $\mu = \text{N.s/m}^2$.

Objetivo: Determinar a viscosidade de um fluido utilizando esferas com diferentes diâmetros, aplicando os conceitos da força peso, empuxo e de arrasto.

Materiais: Aparato experimental, cronômetro e termômetro.

Figura 1 – Viscosímetro de esfera



O aparato é constituído de um tubo cilíndrico de altura conhecida (figura 1), que contém um líquido conhecido em estudo. Deixa-se cair uma esfera no líquido e se mede o tempo que ela leva para percorrer uma distância conhecida.

Dados experimentais:

Massa específica e peso específico do fluido a 25°C (ρ_{fluido}). Usar $g = 9,81 \text{ m/s}^2$

Fluido	Massa (g)	Volume (cm^3)	Massa específica (g/cm^3)	Peso específico (N/m^3)
Óleo	44,79	50	0,8958	

Massa específica e peso específico da esfera (ρ_s)

Esferas	Diâmetro (mm)	Volume (cm^3)	Massa (g)	Massa específica (g/cm^3)	Peso específico (N/m^3)
A	6,35		1,043		
B	7,95		2,043		
C	9,50		3,531		

Procedimento experimental:

Passo 1 – Ajuste as esferas de um lado do viscosímetro de modo que elas fiquem dispostas uma do lado da outra.

Passo 2 – Vire o viscosímetro do lado oposto e acompanhe uma das esferas (menor) até atingir o marcador inicial do comprimento de 60 cm. Ative o cronômetro nesse momento.

Passo 3 – Acompanhe a esfera até atingir o fundo do viscosímetro e imediatamente desligue o cronômetro. Anote o tempo decorrido da esfera na Tabela 1. Repete o procedimento três vezes.

Passo 4 – Faça os procedimentos de 1 a 3 para outras duas esferas.

Cálculos:

Tabela 1 – Dados do experimento

Esferas	Espaço (m)	Tempo (s)	$v_{\text{médio}}$ (m/s)	D_{esfera} (m)	γ_{esfera} (N/m ³)	μ_{fluido} (N.s/m ²)
A	0,6					
B	0,6					
C	0,6					

Equações:

Na esfera agem:

O peso: $G_e = V\gamma_{\text{esfera}} = \frac{4}{3}\pi R^3\gamma_e$

O empuxo: $E = V\gamma_{\text{líquido}} = \frac{4}{3}\pi R^3\gamma_\ell$

A força de resistência ou arrasto:

$$F_a = 6\pi\mu vR$$

Como F_a é proporcional a v , a velocidade da esfera aumentará sob a ação da gravidade, até que as três forças: peso, empuxo e arraste, fique em equilíbrio. Então, a velocidade será constante (por isso no início se deixa um espaço percorrido pela esfera sem medir o tempo), e terá o seu valor como:

Conteúdo do relatório:

1 – Calcule a viscosidade dinâmica do fluido para as três esferas;

2 – Faça um gráfico do D (diâmetro da esfera) em função de v (velocidade da esfera no equilíbrio) e discuta o resultado.

$$v = \frac{L}{t}$$

Onde t é o tempo percorrido pela esfera em um espaço determinado.

Aplicando o equilíbrio temos:

$$G_e = E + F_a$$

$$\frac{4}{3}\pi R^3\gamma_e = \frac{4}{3}\pi R^3\gamma_\ell + 6\pi\mu \frac{L}{t}R$$

Isolando o μ , temos:

$$\mu = \frac{D^2(\gamma_e - \gamma_\ell)t}{18L}$$

Sendo: $D = 2R$ – diâmetro da esfera, L - espaço percorrido e t – tempo percorrido no espaço.