

Experiência 4
**Determinação do coeficiente de
viscosidade de líquidos**
1^o semestre de 2020

3. Determinação do coeficiente de viscosidade de líquidos

Introdução

Viscosidade é uma grandeza física frequentemente associada às propriedades dinâmicas dos fluidos, nos quais se incluem gases, vapores, líquidos, material plásticos, ou mesmo grãos de matéria sólida. Para substâncias de constituição molecular simples, e em aplicações típicas, a viscosidade é uma característica do fluido que depende da temperatura, mas não depende da velocidade de escoamento, por exemplo. Porém, para fluidos constituídos de moléculas mais complexas, como polímeros e biopolímeros, a viscosidade pode variar em função de outros parâmetros, além da temperatura, como pressão e velocidade de escoamento e até mesmo o tempo. Independente de sua constituição, a viscosidade dos diferentes materiais fluidos é usada como um parâmetro importante que os caracterizam molecularmente, e assim é de interesse tanto em ambientes científicos como tecnológicos.

Quanto aos fundamentos teóricos, você deverá estar a par do conteúdo da Apostila. Você poderá encontrar material adicional nas referências em seu livro texto. Os conceitos físicos envolvidos aqui são: movimento de uma esfera em meio viscoso, lei de Stokes, equação de Poiseuille.

Esta experiência consiste em determinar o coeficiente de viscosidade pelo método de viscosímetro de Ostwald e pelo método de Stokes.

3.1 Objetivos

- Introduzir o conceito de viscosidade dos fluidos.
- Princípio de funcionamento dos viscosímetros de Ostwald e Stokes.
- Medir a viscosidade de fluidos.
- Comparar a precisão dos dois métodos.
- Comparar os resultados com os valores tabelados.

4310256 Laboratório de Física I

RELATÓRIO

 A B

___/___/2020

Nome: _____ Nº USP:

Companheiros:

Nota

EXPERIÊNCIA 3 Determinação do coeficiente de viscosidade de líquidos

 Objetivos

1 _____ MÉTODO DO VISCOSÍMETRO DE OSTWALD _____ ◇

Para o carregamento do viscosímetro, introduzir o fluido em questão pelo extremo aberto de maior diâmetro, com a ajuda de uma pipeta ou um pequeno becker. Para efetuar a medida, parte do fluido residente no bojo inferior deve ser conduzido para os dois bojos menores superiores; isto é feito através de aspiração (tubo anexado a um dos extremo aberto indicado por *C*; ver figura acima, à direita). Durante as medidas, quando nível do fluido passa pelo anel superior, indicado pela letra *A* o cronômetro é acionado, e é travado quando o nível do líquido passar pelo anel *B* (ver detalhes acima, à esquerda). O escoamento laminar ocorre através do um tubo regular, abaixo do anel *B*. Um termômetro deve subsidiar o controle da temperatura do banho (ver detalhes na figura acima à direita). Bolhas de ar devem ser completamente eliminadas.

Procedimentos e cuidados preliminares:

O viscosímetro assim como todo material empregado no manuseio dos fluidos devem estar completamente limpos; lavar o viscosímetro na troca de fluido; monitorar a temperatura indicada durante a medida, por meio de um banho térmico (20°C).

Carregamento do Viscosímetro

- Utilizar uma pipeta (ou um pequeno Becker) para carregar o viscosímetro: Introduza o

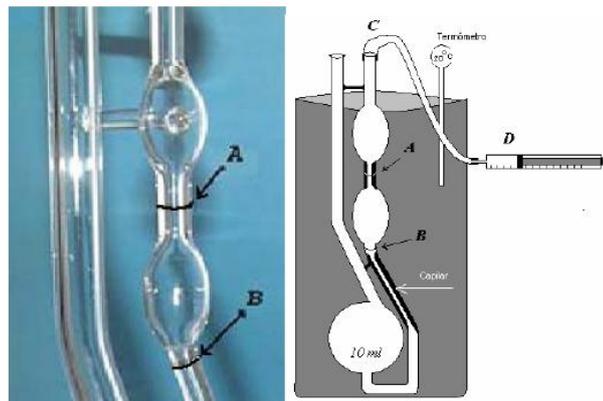


Figura 3.1: Viscosímetro de Ostwald.

fluido (aproximadamente 10ml) pelo extremo aberto do viscosímetro de maior diâmetro; ver Fig.3.1;

- Em seguida, por meio de uma seringa, *D*, aspirar pela abertura *C* até que o bojo superior fique parcialmente cheio. ATENÇÃO: Evitar que o fluido suba pela mangueira que liga a seringa ao viscosímetro.

Cronometragem

- Desconectar o tubo de látex da seringa para que o fluido comece a fluir;
- Disparar o cronômetro quando o nível superior do fluido passar pelo anel *A*, como indicado na Fig. 3.1,
- travar o cronômetro quando o nível superior do fluido passar pelo anel *B*, Fig. 3.1, e assim determinar o tempo t_1 para que o volume V do fluido 1 escoe pelo tubo *capilar*, como indicado na Fig. 3.1.

3.2 PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

□ ÁGUA DESTILADA.

Calcula a velocidade pelo :

$$v = \frac{1.5(m)}{t(seg)}$$

Incerteza do tempo 1%

Calcula a incerteza de velocidade pelo :

$$\frac{\sigma_v}{v} = \frac{\sigma_t}{t}$$

Raio, $R(10^{-3}m)$	$R^2(10^{-6}m^2)$	tempo, seg $\pm 1\%$	velocidade (m/seg)	Incerteza de velocidade σ_v
0.1	0.01			
0.2	0.04			
0.3	0.09			
0.4	0.16			
0.5	0.25			

Líquido.

Raio, $R(10^{-3}m)$	$R^2(10^{-6}m^2)$	tempo, seg $\pm 1\%$	velocidade (m/seg)	Incerteza de velocidade σ_v
0.1	0.01			
0.2	0.04			
0.3	0.09			
0.4	0.16			
0.5	0.25			

DENSIDADE RELATIVA DE LÍQUIDOS

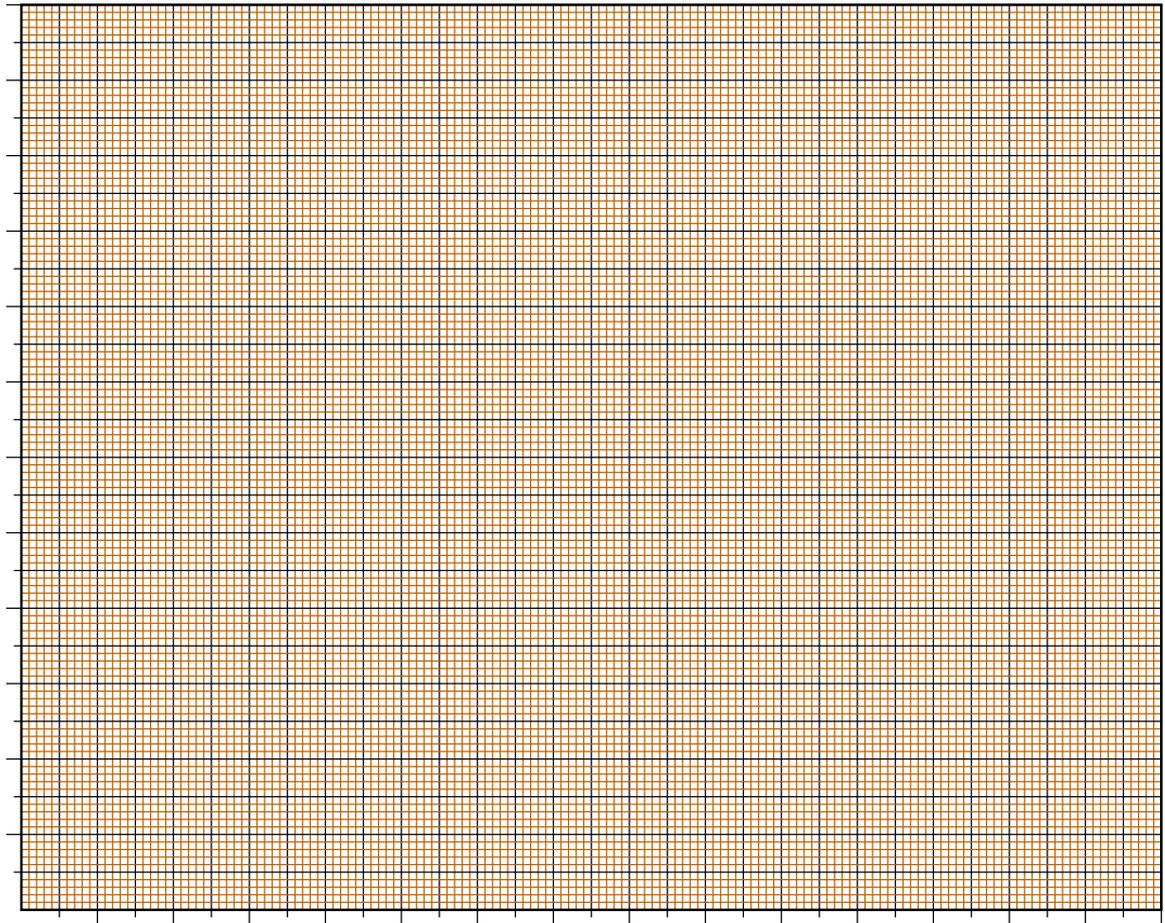
Densímetros serão utilizados para a determinação das densidades dos fluidos envolvidos no estudo.

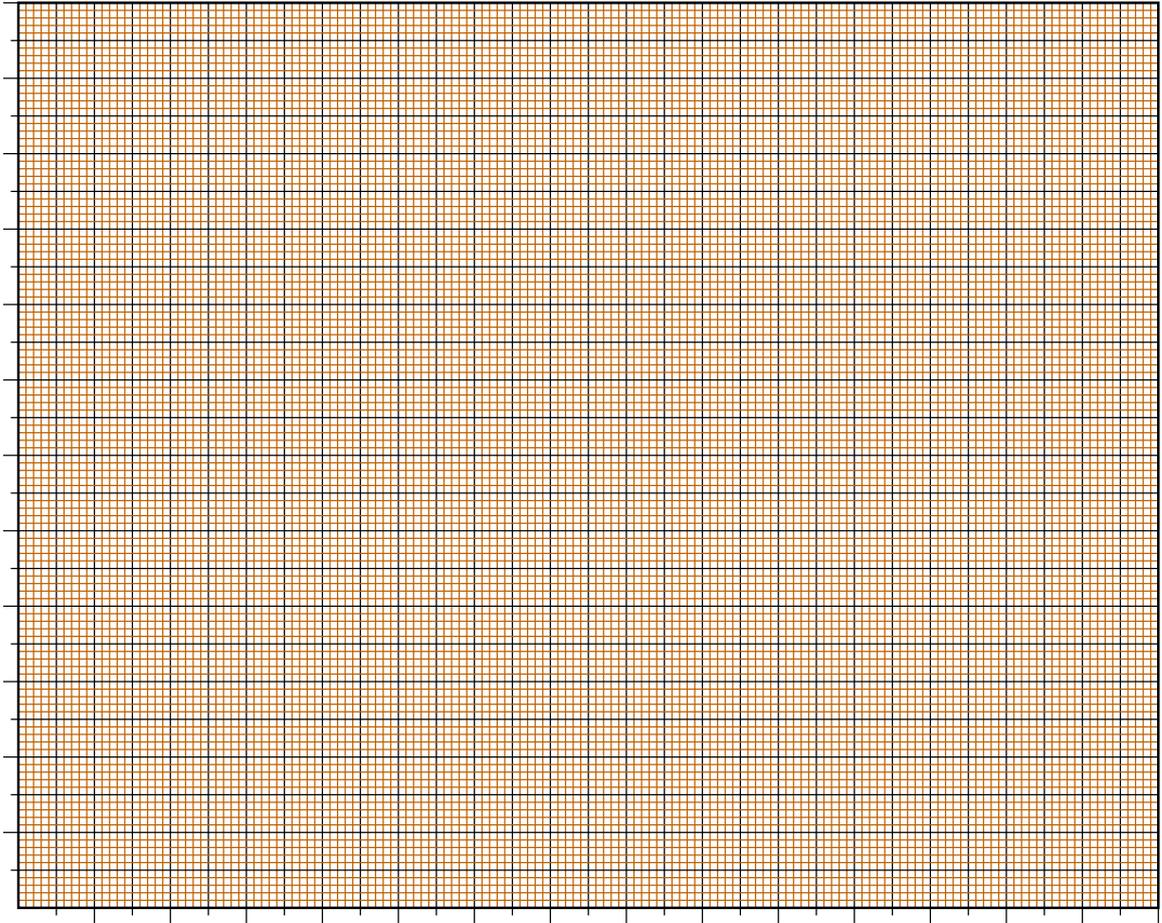
O densímetro introduz-se gradualmente no líquido para que flutue livremente. A seguir observa-se em escala-a o ponto no que a superfície do líquido toca o cilindro do densímetro. Os densímetros geralmente contêm uma escala de papel dentro deles para que se possa ler directamente a densidade específica, em gramas por centímetro cúbico.

Os valores da densidade ρ dos líquidos analisados são fornecidos na tabela

Líquido	Densidade kg/m^3	
Água destilada	1000	
Acetona	791	
Alcool etílico	790	
Anilina	1020	
Clorofórmio	1489	

Construa o gráfico de velocidade versus R^2 para duas substâncias (água e outro líquido).





Determine, a partir do gráfico, o valores de viscosidade com seu respectivo desvio. Compare resultado com valores tabeladas.

A velocidade de escoamento do líquido dado pelo

$$V = \frac{\rho R^2}{8\eta} g$$

$$g = 9,78 \text{ m/s}^2 \text{ (São Paulo)}$$

Conclusão

2 MÉTODO DE STOKES ◇

3.3 PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

Mediremos a velocidade limite de queda para esferas de aço de vários diâmetros, as quais serão soltas dentro de uma coluna transparente contendo líquido. Acoplada à coluna, temos uma escala graduada para medir as distâncias de queda. A densidade das esferas ρ_{aco} é $(7,8 \pm 0.1) g/cm^3$ e a densidade do óleo pode ser determinada com o densímetro em sala de aula. Para encontrar as velocidades limite, podemos medir o tempo que leva para uma esfera percorrer uma determinada distância. A esfera inicia sua queda com velocidade zero e, aproximadamente a 20 cm abaixo do início do percurso a velocidade já deve ter atingido o valor da velocidade limite (dentro dos limites de precisão da nossa experiência). Faça experiências para verificar que de fato esta afirmação é verdadeira. Os raios das esferas podem ser medidos com um paquímetro.

Medição do diâmetro das esferas:

Diâmetro das bolinhas grandes

Calcule a viscosidade do líquido com seu respectivo desvio

$$V_c = \frac{2(\rho_f - \rho_o)gR^2}{9\eta}$$

- ρ_o - densidade de líquido;
- ρ_f - densidade da bolinha ;
- R- raio da bolinha;
- V_c - velocidade limite;
- g- aceleração da gravidade ($9,78m/s^2$)

Líquido.

Material de bolinha.

Raio, R($10^{-3}m$)	$R^2(10^{-6}m^2)$	velocidade de limite(m/seg) $\pm 1\%$	
1	1		
1.5	2.25		
2	4		
2.5	6.25		
3	9		
3.5	12.25		
4	16		
4.5	20.25		
5	25		

Propagação de erros:

Os valores da densidade ρ dos líquidos analisados são fornecidos na tabela

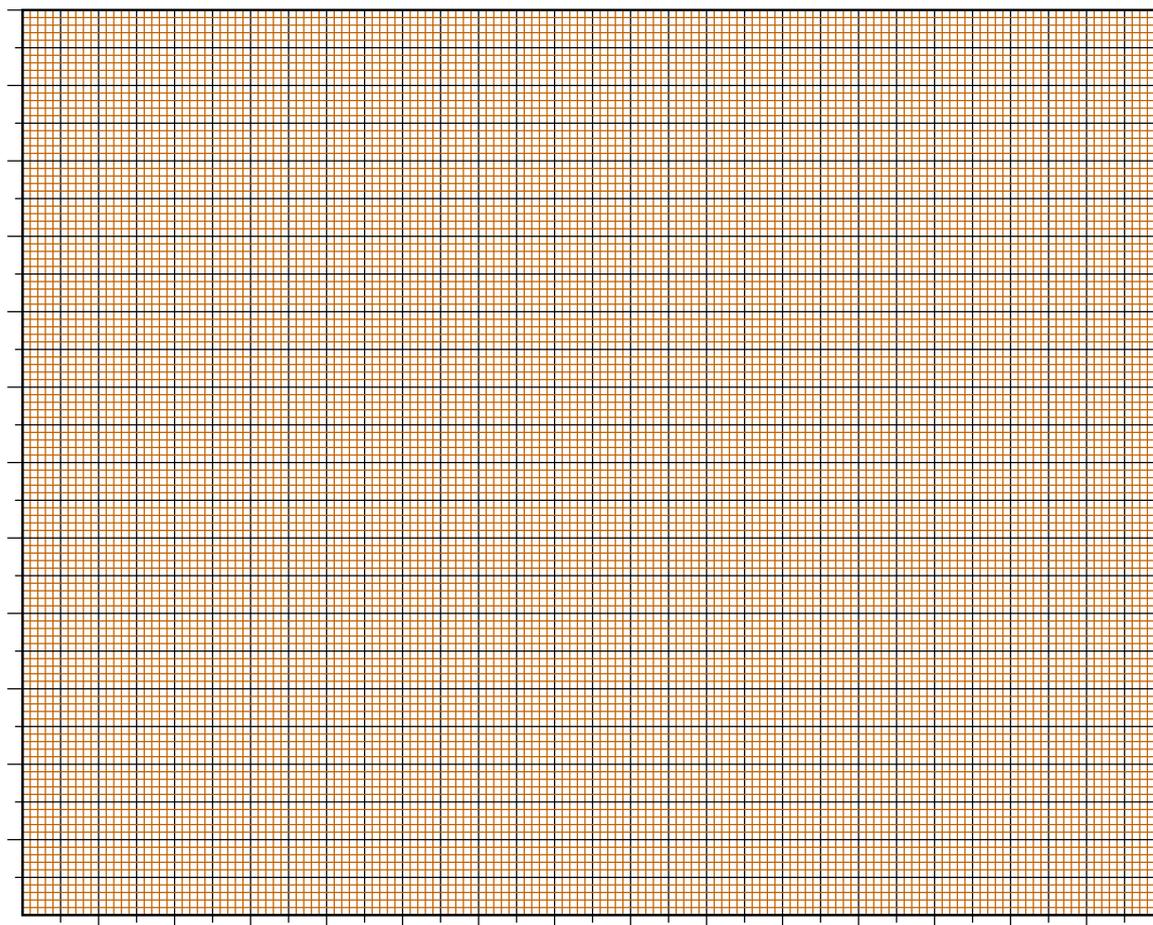
Liquido	Densidade kg/m^3	
Agua distilada	1000	
Glicerina	1260	
Benceno	880	
Oleo	880	

Os valores da densidade das esferas analisados sao fornecidos na tabela

Material de esfera	Densidade kg/m^3	
Ferro	7888	
Aluminio	2700	
Cobre	8930	
Chumbo	11350	
volframo	19340	

Viscosidade de liquido

- Construa o gráfico velocidade de limite em função de R^2 . Determine, a partir do gráfico, o valores de viscosidade com seu respectivo desvio. Compare resultado com valores tabeladas



Conclusão
