

INSTITUTO SUPERIOR DE AGRONOMIA
UC Física I (2018-2019) – **Ficha de trabalho prático nº 10**
Determinação da viscosidade de líquidos

Objetivo

Determinação da viscosidade de dois líquidos, glicerina e óleo SAE 15W-40.

Método

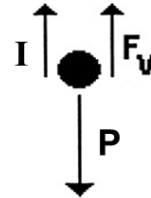
Mede-se o tempo de queda de esferas através de uma dada profundidade do líquido cuja viscosidade se pretende determinar. Calcula-se a velocidade terminal e, sendo o regime laminar, determina-se a viscosidade por aplicação da equação de Stokes.

Bases Teóricas

O viscosímetro é utilizado para determinar a velocidade média de esferas à medida que caem dentro do líquido cuja viscosidade se pretende determinar.

Durante a queda, as forças que actuam sobre as esferas e que estão representadas no diagrama ao lado, são:

- Peso da esfera, P ;
- Impulsão, \mathcal{I} ;
- Força de arrastamento viscoso, F_v .



Quando a soma destas três forças é nula, a esfera move-se com velocidade constante, denominada velocidade terminal, v_T .

Na aula teórica foi demonstrado que a v_T de uma esfera que cai em regime laminar dentro de um líquido em repouso é calculada pela equação de Stokes:

$$v_T = \frac{D^2(\rho_s - \rho_L)g}{18\mu}$$

Sendo D o diâmetro da esfera (m); g a aceleração da gravidade ($m\ s^{-2}$); ρ_s a massa volúmica da esfera ($kg\ m^{-3}$); ρ_L a massa volúmica do líquido ($kg\ m^{-3}$) e μ a viscosidade dinâmica do líquido ($N\ m^{-2}\ s$).

Uma vez que a Eq de Stokes só é válida em regime laminar, é necessário calcular o número de Reynolds da esfera, \mathcal{R}_e , para que possa ser confirmada a validade da sua aplicação:

$$\mathcal{R}_e = \frac{v_T D \rho_L}{\mu}$$

Sendo D o diâmetro da esfera (m); ρ_L a massa volúmica do líquido ($kg\ m^{-3}$); v_T a velocidade terminal da esfera e μ a viscosidade dinâmica do líquido ($N\ m^{-2}\ s$).

Se $\mathcal{R}_e \leq 1$ o regime é laminar, se $1 < \mathcal{R}_e \leq 500$, o regime é de transição, se $\mathcal{R}_e > 500$ o regime é turbulento.

Equipamento

- 2 viscosímetros;
- esferas de aço com diâmetro D_1 ;
- termómetro;
- cronómetro;
- líquidos para teste: glicerina e óleo de lubrificação de motores SAE 15W-40.

Dados:

- Diâmetro das esferas: $D_1 = 3.175\ mm$; $D_2 = 1.558\ mm$
- Massa volúmicas a $20\ ^\circ C$: glicerina = $1200\ kg\ m^{-3}$; óleo = $850\ kg\ m^{-3}$; aço = $7750\ kg\ m^{-3}$;

Procedimento experimental e registo de dados

Viscosímetro 1 – Glicerina (Figura 1);

- Deixar cair uma esfera através do funil e registar o tempo de queda t (s) entre as duas marcações mais afastadas no viscosímetro $x(m)$;
- Repetir duas vezes;
- Registrar a temperatura do líquido.



Viscosímetro 2 (suporte na parede do laboratório) – Óleo (Figura 2)

- Abandonar uma esfera diretamente na superfície do líquido e no centro da coluna;
- Registrar o tempo de queda t (s) entre todas as marcações no tubo;
- Repetir duas vezes;
- Registrar a temperatura do líquido.

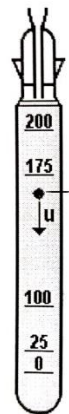


Figura 1 – Viscosímetro 1

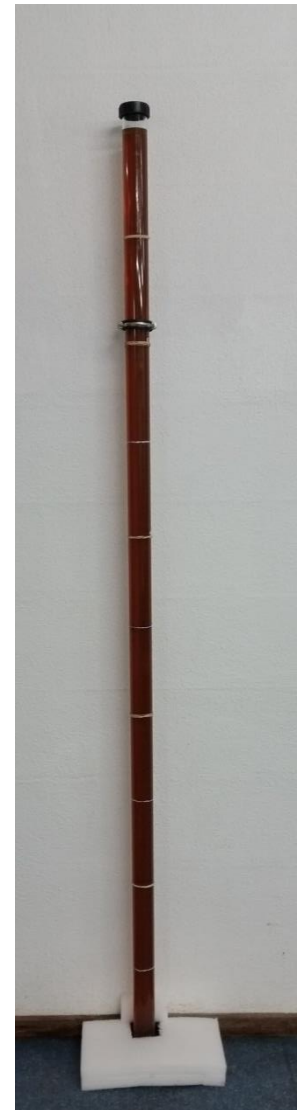


Figura 2 – Viscosímetro 2

Resultados:

a) Com base nos resultados experimentais calcule:

- Velocidade das esferas em cada líquido, v ($m\ s^{-1}$):

$$v = \frac{\Delta x}{t_m} \quad \text{Sendo } \Delta x \text{ a distância percorrida (m); } t_m \text{ a média dos tempos registados na experiência (s)}$$

- Viscosidade dinâmica dos líquidos, μ (Pa.s):

$$\mu = \frac{D^2 g (\rho_s - \rho_L)}{18 v}$$

Sendo D o diâmetro da esfera (m); g a aceleração da gravidade ($m\ s^{-2}$); ρ_s a massa volúmica da esfera ($kg\ m^{-3}$); ρ_L a massa volúmica do líquido ($kg\ m^{-3}$); v a velocidade média obtida para cada líquido (ultima linha do quadro X) ($m\ s^{-1}$).

- Viscosidade cinemática dos líquidos, ν ($m^2\ s^{-1}$):

$$\nu = \frac{\mu}{\rho}$$

- Número de Reynolds em redor das esferas em movimento em cada líquido;

b) Apresente os resultados nos quadros seguintes:

Quadro X – Velocidades das esferas

Glicerina			Óleo		
X	D ₁	D ₂	X	D ₁	D ₂

Quadro X – Resultados finais da experimentação

Líquido	μ (Pa .s)	v (m ² s ⁻¹)	<i>Re</i>	T (°C)

- c) Foi atingida a velocidade terminal no óleo? Justifique
- d) O que conclui acerca da validade da Equação de Stokes para as condições da experiência?
- e) Compare os valores de viscosidade obtidos para os dois líquidos com os valores tabelados (faça uma pesquisa);

INSTITUTO SUPERIOR DE AGRONOMIA
UC Física I (2018-2019) – Ficha de trabalho prático nº 10
Determinação da viscosidade de líquidos

Nota: Entregar esta folha no final da aula.

Turma:

Data:

Grupo:

	Nome	Número	Rubrica
1:
2:
3:
4:
5:

Tabelas de registo das observações experimentais:

Tempos de queda das esferas dentro de glicerina, Viscosímetro 1

x (m)	D ₁ =			D ₂ =		
	t (s)			t (s)		
	1	2	3	1	2	3

Tempos de queda das esferas dentro do óleo, Viscosímetro 2

x (m)	D ₁ =			D ₂ =		
	t (s)			t (s)		
	1	2	3	1	2	3