

INSTITUTO SUPERIOR DE AGRONOMIA
UC Física I (2015-2006) – FICHA DE TRABALHO PRÁTICO Nº 13
Viscosidade de um líquido-viscosímetro de esferas

Objectivo

Determinação da viscosidade de um líquido.

Método

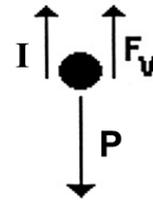
Mede-se o tempo de queda de esferas de diferentes tamanhos através de uma dada profundidade do líquido cuja viscosidade se pretende determinar. Calcula-se a velocidade terminal e determina-se a viscosidade por aplicação da equação de Stokes.

Bases Teóricas

O viscosímetro (Figura 1) é utilizado para determinar a velocidade média de esferas de diferentes tamanhos 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{J} ;
- 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

A velocidade terminal v_T de uma esfera que cai em regime laminar dentro de um fluido 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 ($kg\ m^{-3}$).

Equipamento

- viscosímetro de esferas;
- esferas de aço com dois diâmetros diferentes;
- termómetro;
- cronómetro;
- líquidos para teste: óleo alimentar e glicerina.

Dados :

- Massa volúmica da glicerina (20 °C) = $1200\ kg\ m^{-3}$;
- Massa volúmica do óleo alimentar (20 °C) = $850\ kg\ m^{-3}$;
- Massa volúmica do aço (20 °C) = $7750\ kg\ m^{-3}$;

Procedimento experimental e registo de dados

Viscosímetro 1 - glicerina;

- Deixar cair uma esfera de pequena dimensão através do funil e registar o tempo de queda t (s) entre as marcações no viscosímetro x (m); repetir duas vezes com esferas do mesmo tamanho;
- Repetir o passo anterior para o outro diâmetro de esferas disponível;
- Registrar a temperatura do líquido;

Viscosímetro 2 – Óleo alimentar

- Repetir os passos anteriores no *viscosímetro 2*, que contém óleo alimentar.

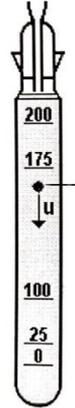


Figura 1

Quadro 1 – Tempos de queda das esferas dentro de glicerina

repetição	Diâmetro = _____ mm		Diâmetro = _____ mm	
	x (m)	t (s)	x (m)	t (s)
1				
2				
3				
média				
V_T (m s ⁻¹)				

Quadro 2 – Tempos de queda das esferas dentro de óleo alimentar

repetição	Diâmetro = _____ mm		Diâmetro = _____ mm	
	x (m)	t (s)	x (m)	t (s)
1				
2				
3				
média				
V_T (m s ⁻¹)				

Resultados

- Velocidade média da esfera, v_T (m s⁻¹):

$$v_T = \frac{x}{t_m}$$

Sendo x a distância percorrida (m); t_m a média dos tempos registados na experiência (s)

- Viscosidade dinâmica, μ (Pa.s):

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

Sendo D o raio 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);

- Viscosidade cinemática, ν (m² s⁻¹):

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

Quadro 3 – Resultados da experimentação

Líquido	Valores médios		T (°C)
	μ (Pa .s)	ν (m ² s ⁻¹)	

O relatório a apresentar deverá conter:

- Os resultados obtidos nesta experiência;
- A comparação dos resultados obtidos com os valores de viscosidade tabelados;
- Comentários acerca da variabilidade dos resultados obtidos.