

# FENÔMENOS DE TRANSPORTE

## PRÁTICA LABORATORIAL 3



**Título:** Experimento viscosidade pela lei de Stokes

**Objetivo:** Determinar a viscosidade de fluidos mediante a equação de viscosidade de Stokes.

**Breve embasamento teórico:**

Seja uma esfera em queda livre em um fluido newtoniano. Da observação de seu movimento, é verificado que, a partir de certo momento, a velocidade de queda torna-se constante (velocidade terminal). A partir desse instante, tem-se a seguinte condição de equilíbrio de forças:

$$P = F_d + E \quad (1)$$

Em que,  $P$  é a força peso,  $F_d$  a força de arrasto sobre a esfera e  $E$  o empuxo sobre a esfera. O arrasto sobre a esfera pode ser dividido em duas parcelas, correspondentes ao arrasto de pressão e o de atrito. Stokes mostrou analiticamente que a força  $F_d$  pode ser calculada através da seguinte expressão, conhecida como Lei de Stokes:

$$F_d = 3\pi\mu v D \quad (2)$$

Em que,  $\mu$  é a viscosidade dinâmica,  $v$  a velocidade da esfera e  $D$  o diâmetro da esfera. A força peso e o empuxo, podem ser calculados pelas seguintes fórmulas:

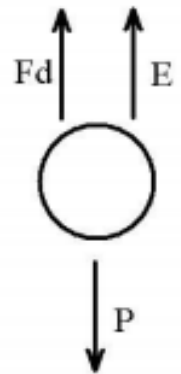
$$P = mg = \rho_e V g \quad (3)$$

$$E = \rho_f V g \quad (4)$$

Substituindo os valores das equações (2), (3) e (4) em (1), isolando a viscosidade do fluido e, substituindo o valor de  $V$  pela equação (5) obtemos a equação que fornece o cálculo da viscosidade do fluido (6).

$$V = \frac{4}{3} \pi r^3 \quad (5)$$

$$\mu = \frac{2gr^2(\rho_e - \rho_f)}{9v} \quad (6)$$



## Questões:

1- Demostre detalhadamente o equacionamento que fornece o cálculo da viscosidade pela lei de Stokes.

2- Explique o procedimento experimental adotado no cálculo da viscosidade.

3- A partir dos dados da tabela abaixo, determine a viscosidade dos dois fluidos especificados. Considere  $g = 9,786 \text{ m/s}^2$ .

- massa média da esfera =
- diâmetro da esfera =
- raio da esfera =
- volume esfera =
- massa específica da esfera =

Fluido	Massa do fluido (kg)	Volume do fluido ( $\text{m}^3$ )	Distância percorrida pela esfera (m)	Tempo (s)

Fluido	Massa específica do fluido ( $\text{kg/m}^3$ )	Velocidade do fluido (m/s)	Viscosidade (Pa.s)

4- Quais são as possíveis fontes de erros no experimento?