

Laboratorio de Ondas y Fluidos 201610  
**PRÁCTICA 11: VISCOSIDAD DEL DETERGENTE LÍQUIDO A TEMPERATURA AMBIENTE.**

**Luis Felipe Duarte L.<sup>1</sup> Sofía M. Delgado Balaguera<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Departamento de Geociencias e Ingeniería Civil y Ambiental

<sup>2</sup>Departamento de Geociencias

Universidad de los Andes, Bogotá, Colombia

25-04-2016

### Resumen

La viscosidad es una de las propiedades más importantes en cuanto a la descripción de propiedades físicas que presentan los fluidos en la vida real. A partir de esto podemos encontrar gran cantidad de aplicaciones en la industria actual, tales como en el uso de fabricantes industriales y aceites para motor. En la práctica de laboratorio se tomaron los datos pertinentes para hallar la viscosidad de agua-jabón, obteniendo que esta es de unos 6.3 g/cm\*s.

## 1. Introducción

Los fluidos, considerados como medios continuos, poseen diversas características que los hacen apropiados o no para los fines de aplicación que se tengan propuestos. Una de las características más importantes que posee un fluido y determina su utilidad, es la viscosidad. La viscosidad, es definida como “la medición de la magnitud de las fuerzas intermoleculares del fluido” (García-López, 2016)<sup>1</sup>, lo que, en consecuencia, resulta percibiéndose como la resistencia que el fluido presenta al movimiento debido a la gravedad. Por lo que un fluido muy viscoso tenderá a desplazarse muy poco bajo efecto de la gravedad, mientras que uno no viscoso (como el agua) tendrá sus moléculas unidas bajo fuerzas de baja magnitud y por ende, se moverá fácilmente.

Además la viscosidad de un fluido también implica la resistencia a la deformación que este tiene debido a la aplicación de esfuerzos de cizalla (cortantes). Su importancia física viene dada por la condicionalidad que le da al estudio de los fluidos, el flujo, e incluso, la condicionalidad que le da algunos principios físicos importantes como el Principio de Bernoulli, además de los múltiples usos que tiene dentro de la industria como la creación de detergentes y engrasantes. Durante esta práctica se pretende medir la viscosidad del detergente mediante el sumergir de una esfera para observar cómo responde su comportamiento frente al desplazamiento dentro de un fluido viscoso.

Para esta medición, es necesario considerar la Ley de Stokes que permite cuantificar la fricción que este objeto esférico siente en medio de un fluido viscoso en un régimen de flujo laminar, flujo que es consecuente de tener el fluido con bajo número de Reynolds. – tal

como el detergente considerado dentro de una probeta para esta práctica–.

$$F_r = 6\pi \mu r v \quad (1.1)$$

Donde  $r$  el radio de la esfera sumergida,  $v$  la velocidad calculada a la que la esfera se desplaza dentro del fluido. De aquí, es necesario considerar que esta fuerza de arrastre calculada debe corregirse debido a los efectos finitos que ejercen las paredes del recipiente que contiene el fluido. Esto se logra mediante el factor  $K$  que corrige el valor de la fuerza, siendo expresado por:

$$K^{-1} = 1 - 2,10443 \frac{r}{R} + 2,08877 \left(\frac{r}{R}\right)^3 - 0,94813 \left(\frac{r}{R}\right)^5 - \dots$$

Donde  $R$  es el radio de la probeta que contiene el fluido. Así, se obtiene la expresión para la viscosidad dinámica  $\mu$  del fluido, dada por

$$\mu = \frac{2 r^2 (\rho - \tilde{\rho}) g}{9 v K} \quad (1.3)$$

Finalmente, es necesario considerar la expresión para calcular el número de Reynolds de un fluido, dada por:

$$Re = \frac{\rho v_s D}{\mu} \quad (1.4)$$

Donde  $D$  es el diámetro de la probeta, y  $v_s$  es la velocidad característica del fluido.

## 2. Procedimiento experimental

Durante el procedimiento experimental se utilizó una probeta de vidrio de 1500 mL como contenedora del fluido (en este caso agua jabón), la probeta se

encontraba sostenida con pinzas de un soporte universal. Por otro lado se utilizaron esferas de acero de diferentes tamaños, las cuales eran lanzadas a través del fluido. Se utilizó un flexómetro, un micrómetro y un cronómetro para realizar las medidas de distancia recorrida por las esferas, radio de las esferas y tiempo respectivamente.

## 2.1 Primera parte

Se coloca un pedazo de cinta en la probeta, diez centímetros por debajo del nivel del líquido y diez centímetros por encima de la base. Se procede a medir la distancia entre cintas, esta medida servirá como referencia para medir el tiempo que tarda una esfera en recorrer una distancia determinada a través del fluido.

## 2.2 Segunda parte

Se deja caer una esfera a través del líquido contenido en la probeta, de manera que se mida el tiempo que tarda esta en recorrer la distancia que se encuentra entre cintas. Se repite el procedimiento 15 veces. Se usan imanes para remover la esfera del líquido. Por último se mide el radio de las esferas lanzadas y se calcula la densidad tanto de la esfera como del fluido.

## 3. Análisis de resultados

La ecuación para hallar la viscosidad está dada por la ecuación (1.3) de donde es necesario hallar los valores correspondientes a velocidad, factor de corrección y densidades se utilizaron valores tomados durante el procedimiento, los cuales han sido resumidos en tablas de la siguiente manera:

v (cm/s)	(D ± 0,01)cm	(t ± 0,01s)
5,13	19,8	3,86
5,00	19,8	3,96
4,95	19,8	4,00
5,20	19,8	3,81
4,95	19,8	4,00
4,94	19,8	4,01
5,20	19,8	3,81
5,12	19,8	3,87
4,97	19,8	3,98
5,00	19,8	3,96
4,89	19,8	4,05
5,20	19,8	3,81
5,03	19,8	3,94
5,14	19,8	3,85
5,00	19,8	3,96

**Tabla 1.** Valor de la velocidad durante las 15 repeticiones de lanzamiento de la esfera a través del fluido.

(r ± 0,001 cm)	0,154
ρ (g/cm <sup>3</sup> )	8
ρ <sub>2</sub> (g/cm <sup>3</sup> )	1,11
g (m/s <sup>2</sup> )	9,8
v (cm/s)	5,05
K	1,13

**Tabla 2.** Valores aproximados para remplazar

Así, se obtiene que:

$$\mu = \frac{2(0,154)^2(8 - 1,11)(980)}{9(5,05)(1,13)} = 6,3 \frac{g}{cm * s}$$

Luego, se determinó el número de Reynolds para el detergente azul a partir de la ecuación (1.4), para esto se reportan los datos:

ρ (kg/m <sup>3</sup> )	v <sub>s</sub> (m/s)	D (m)
0,009041591	0,050381679	0,0435

**Tabla 3:** Valores de las propiedades del fluido necesarias para hallar el número de Reynolds.

Con estos datos se tiene que:

$$Re = \frac{(0,00904 \frac{kg}{m^3})(0,0504 \frac{m}{s})(0,0435 m)}{(0,63 \frac{kg}{m s})}$$

$$Re_{det} = 3,146 \times 10^{-5} < 2000$$

A partir de este resultado obtenido para el número de Reynolds se puede concluir que para este número tan bajo se posee un flujo laminar, lo que concuerda con el montaje de tener el detergente dentro de una probeta de forma recta. Ahora, se pretende estudiar la caída de la esfera pequeña a partir de la Ley de Stokes, dada por la ecuación (1.1) con la que se tiene que:

$$F_r = 6\pi \left(0,63 \frac{kg}{m s}\right)(0,003089 m)(0,0504 \frac{m}{s})$$

$$F_r = 1,85 \times 10^{-3} N$$

Finalmente, a partir de este valor para la fuerza de es posible concluir que la Ley de Stokes resulta siendo útil a la hora de describir el movimiento de esta esfera dentro del fluido; ya que la aplicación de esta ley es válida dentro de flujos laminares, como el de esta práctica ya demostrado.

## 4. Conclusiones

- El valor de la viscosidad calculado, nos indica que la viscosidad hallada es menor que la del agua a temperatura ambiente, sin embargo es evidente que la resistencia al flujo de la esfera en agua jabón es mayor. Este hecho se puede justificar en malas mediciones realizadas por parte de los experimentadores y además de esto debido a las incertidumbres de los instrumentos usados en el laboratorio.
- Para fluidos que poseen muy bajo número de Reynolds, se puede predecir su comportamiento a partir de la aproximación hecha por la Ley de Stokes.
- La velocidad a la que viaja la esfera de acero dentro del fluido depende directamente de la resistencia que el fluido le imponga, es decir, la viscosidad.

## 5. Referencias

1. García-López, L. *Fluidos Viscosos*. Explicación Magistral. Abril, 2016.
2. Departamento de Física. (2016). *Experimento 11: Viscosidad del detergente líquido a temperatura ambiente*. Bogotá. Universidad de los Andes.