

# Tutorial para el Laboratorio de Física I (DCBS)

Dr. Roberto Pedro Duarte Zamorano (Responsable)

Dr. Mario Enrique Álvarez Ramos

Dr. Ezequiel Rodríguez Jáuregui

Dr. Raúl Sánchez Zeferino

Dr. Santos Jesús Castillo

**Webpage: <http://paginas.fisica.uson.mx/qb>**

**©2018 Departamento de Física  
Universidad de Sonora**

# Práctica 12. Viscosidad de un líquido.

## Objetivo:

- Determinar el coeficiente de viscosidad de un aceite utilizando un viscosímetro de tubo y aplicando la ecuación de *Poiseuille*.

## Introducción.

En esta práctica se ilustra un método para determinar el coeficiente de viscosidad de un líquido basado en la ecuación de Poiseuille la cual es válida para fluidos newtonianos, incompresibles que se mueven en tuberías cilíndricas en régimen laminar.

Para ello se emplea un viscosímetro de tubo, que consiste en un tubo cilíndrico dispuesto en forma horizontal sobre el cual se encuentran tres tubos cilíndricos verticales, al tubo horizontal se le aplica una diferencia de presión constante en sus extremos mediante un recipiente surtidor.

# Práctica 12. Viscosidad de un líquido.

## Conceptos básicos:

12.1.- Viscosidad.

12.2.- Ecuación de *Poiseuille*.

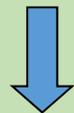
12.3.- Fluidos newtonianos

# 12.1.- Viscosidad.

## Antecedentes.

A partir de la Ecuación de Bernoulli tenemos que si una sustancia, digamos agua, circula por una tubería o manguera que se encuentre de manera horizontal (a la misma altura) y además el diámetro de la tubería no varié, entonces la presión del fluido no varia

$$P_1 + \frac{1}{2} \rho v_1^2 + \rho g y_1 = P_2 + \frac{1}{2} \rho v_2^2 + \rho g y_2$$



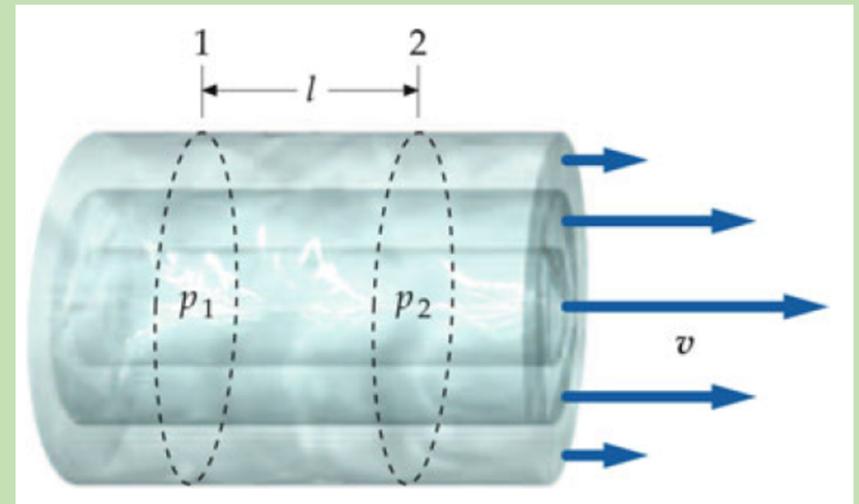
$$P_1 = P_2 = cte.$$



En las situaciones reales, la presión SÍ VARIA. La razón la vamos a tratar a continuación.

## 12.1.- Viscosidad.

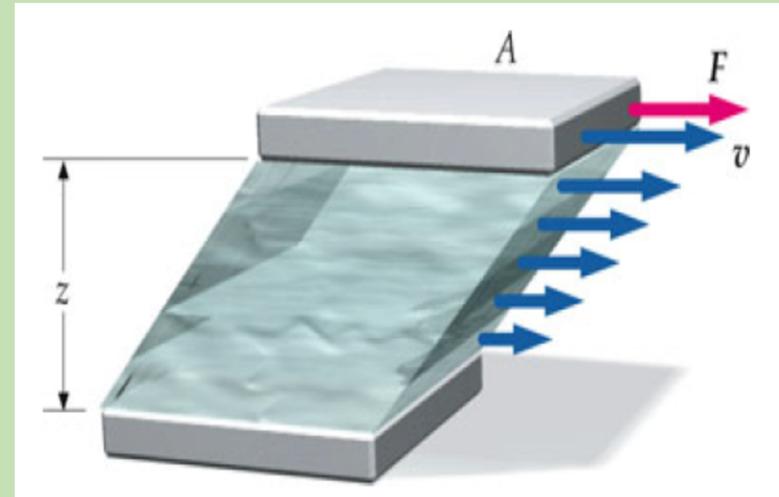
La variación en la presión es debido a fuerzas de frenado o “fricción” que existen entre las diferentes capas que componen el fluido. Este rozamiento es interno al material, y de ninguna manera se está considerando la fricción entre el fluido y la tubería por la que circula.



La expresión de Bernoulli nos indica que la presión en las capas más internas es menor que las capas más externas, debido a la diferencia de velocidad que existe entre ellas.

## 12.1.- Viscosidad.

La viscosidad es una medida de la resistencia del fluido a derramarse o fluir por el interior de un conducto y depende de muchos parámetros físicoquímicos.

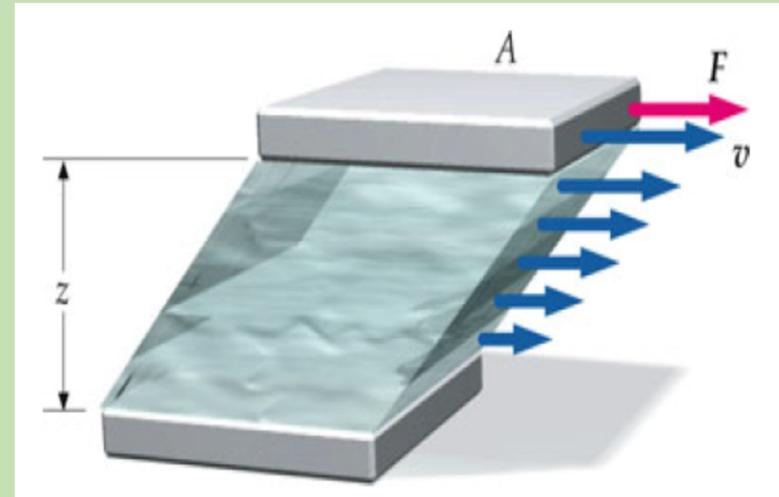


Primeramente consideremos que la viscosidad del material no depende de la temperatura, concentración, etc.

La manera más sencilla de determinar la dependencia y valor de la viscosidad consiste en considerar dos placas planas y paralelas entre las cuales se coloca la muestra o fluido al que se le quiera determinar el valor de la viscosidad (resistencia al flujo).

## 12.1.- Viscosidad.

A la placa superior se le aplica una fuerza constante y paralela a la placa, mientras que la placa inferior permanece inmóvil.



Supondremos que el fluido se desplaza en capas, cada una con velocidad constante.

Las capa del fluido en contacto con las placas se desplazan con la misma velocidad que las placas

Supondremos que el perfil con el que se desplazan entre si las diferentes capas de fluido posee una forma lineal.

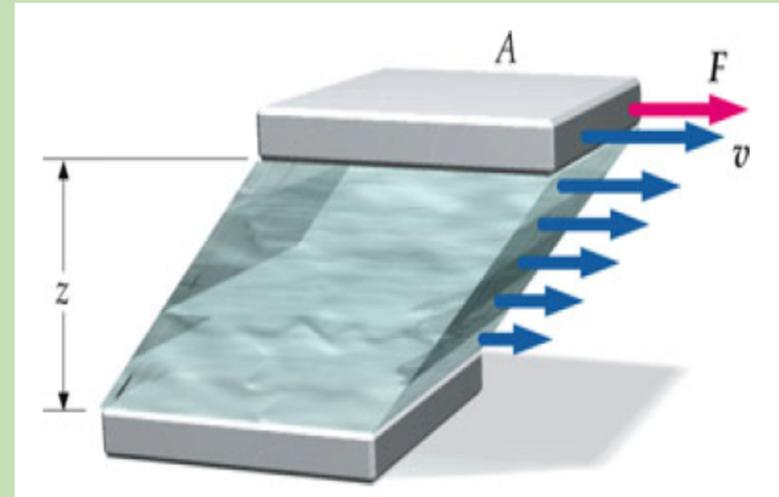
## 12.1.- Viscosidad.

Con las consideraciones anteriores se tiene que

$$F = \eta \frac{vA}{z}$$

donde

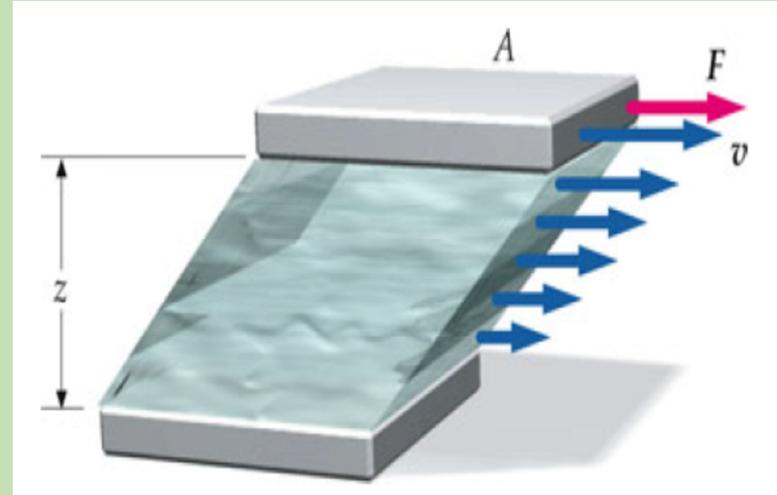
- $F$  es la fuerza aplicada, paralela a las placas;
- $v$  es la velocidad con que se mueve la placa móvil;
- $A$  es el área de las placas;
- $z$  es la separación entre ellas;
- $\eta$  es la viscosidad.



## 12.1.- Viscosidad.

De la expresión anterior, podemos despejar la viscosidad  $\eta$ , de tal forma que

$$\eta = \frac{Fz}{vA}$$



por lo que, en el SI, la unidad de la viscosidad es  $N.s/m^2$  o  $Pa.s$ ; mientras que en el sistema CGS la unidad es el Poise (P).

$$1Pa.s = 10P$$

$$1cP = 0.01P$$

# 12.1.- Viscosidad.

Algunos valores...

Fluido	Temperatura (°C)	Coefficiente de viscosidad, $\eta$ (Pa·s)*
Agua	0	$1.8 \times 10^{-3}$
	20	$1.0 \times 10^{-3}$
	100	$0.3 \times 10^{-3}$
Sangre entera	37	$\approx 4 \times 10^{-3}$
Plasma sanguíneo	37	$\approx 1.5 \times 10^{-3}$
Alcohol etílico	20	$1.2 \times 10^{-3}$
Aceite de motor (SAE 10)	30	$200 \times 10^{-3}$
Glicerina	20	$1\,500 \times 10^{-3}$
Aire	20	$0.0018 \times 10^{-3}$
Hidrógeno	0	$0.009 \times 10^{-3}$
Vapor de agua	100	$0.013 \times 10^{-3}$

\*1 Pa·s = 10 P = 1 000 cP

La viscosidad disminuye a medida que la temperatura aumenta

Glycerin	0	10,000
	20	1,410
	60	81



## 12.2.- Ecuación de Poiseuille.

En un fluido viscoso se encuentra que la caída de presión  $\Delta P$  es proporcional al flujo  $Q$ , es decir

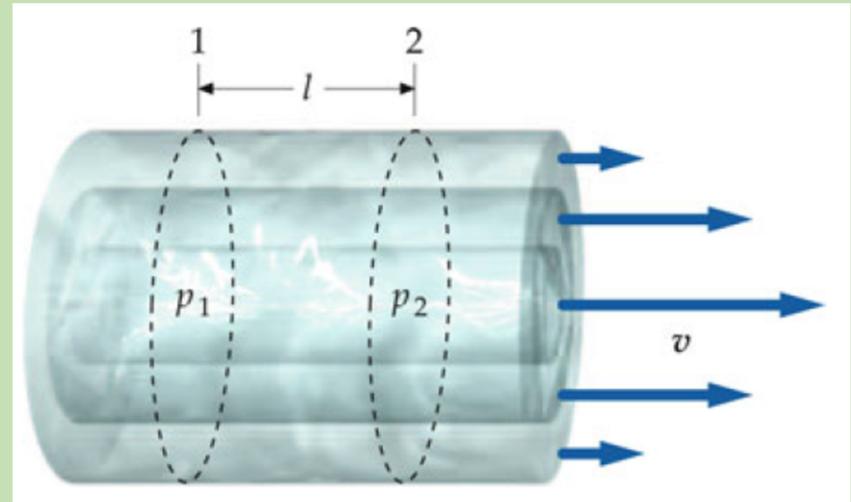
$$\Delta P = QR$$

donde  $R$  es la *resistencia* a fluir, la cual depende de la longitud  $L$  y del radio  $r$  del tubo, así como de la viscosidad  $\eta$  del fluido, encontrándose que está dada por

$$R = \frac{8\eta L}{\pi r^4}$$

Combinando estas dos expresiones, llegamos a la **Ecuación de Poiseuille**

$$\Delta P = \frac{8\eta L Q}{\pi r^4}$$



## 12.3.- Fluido newtoniano.

Un fluido newtoniano es un fluido cuya viscosidad puede considerarse constante, por lo que son de los fluidos más sencillos de describir.

La curva que muestra la relación entre el esfuerzo contra su velocidad de deformación es lineal. El mejor ejemplo de este tipo de fluidos es el agua, en contraposición al pegamento, los geles y la sangre (entre otros) que son ejemplos de fluidos no newtonianos.

Un buen número de fluidos comunes se comportan como fluidos newtonianos bajo condiciones normales de presión y temperatura: el aire, el agua, la gasolina, el vino y algunos aceites minerales.

## 12.3.- Fluido newtoniano.

Con esta característica que define al fluido newtoniano (viscosidad constante), se encuentra que la Ecuación de Poiseuille se puede aplicar a este tipo de fluidos.

Por lo anterior, en la siguiente práctica calcularemos la viscosidad (supuesta constante) de un fluido, a partir de las caídas de presión observadas en diferentes posiciones.

# Práctica 12. Viscosidad de un líquido.

## Equipo y Material:

- Un viscosímetro de tubo.
- Dos litros de aceite para motor automotriz (SAE 40).
- Vernier
- Dos vasos de precipitado de 250 ml.
- Cronómetro.
- Probeta de 10 ml.
- Balanza (sensibilidad de 0.1 g.)
- Termómetro.
- Regla de 1 metro de longitud