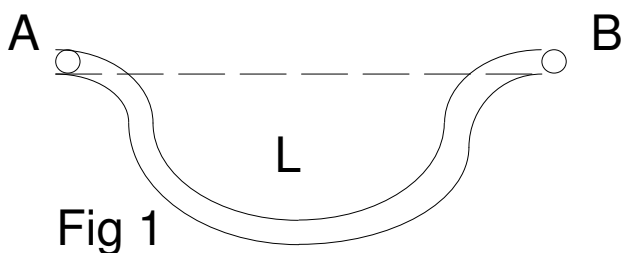


LEY DE POISEUILLE. RESISTENCIA AL FLUJO

OBJETIVOS

Comprobar la Ley de Poiseuille. Determinar la resistencia al flujo de un tubo de sección circular. Estimar la viscosidad del agua.

FUNDAMENTO TEORICO



Consideremos un tubo de igual sección en los extremos, por el que circula un fluido en régimen laminar, estacionario, dispuesto como en la Figura 1, con sus extremos A y B a la misma altura. Según el Teorema de Bernoulli, aplicable a fluidos ideales, la presión en A y en B ha de ser la misma.

En realidad, debido a los efectos de viscosidad, entre los puntos A y B se crea una diferencia de presión, o pérdida de carga, ΔP , proporcional al caudal, Q , y dependiente de las características del tubo, R (resistencia al flujo del tubo)

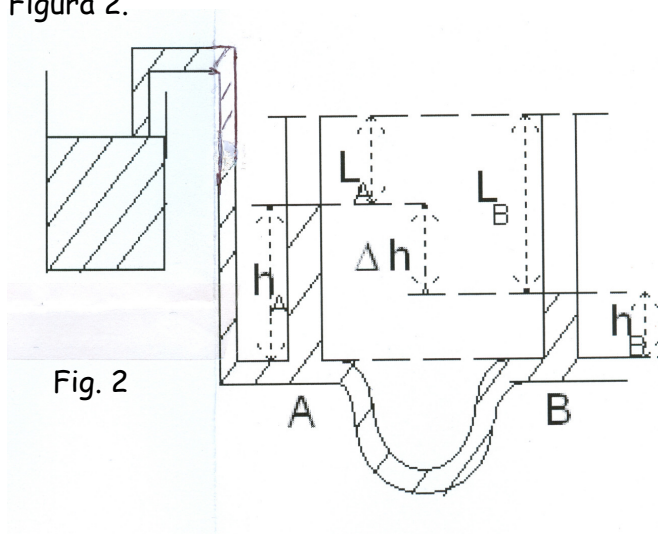
$$\Delta P = P_A - P_B = R \cdot Q \quad (1)$$

Si el tubo es de sección constante, circular, la resistencia al flujo, de acuerdo con la Ley de Poiseuille, viene dada por:

$$R = \frac{8\eta}{\pi \cdot r^4} L \quad (2)$$

η : coeficiente de viscosidad del fluido, L : longitud del tubo y r : radio del tubo.

Para comprobar la Ley de Poiseuille, (1), vamos a utilizar un dispositivo como el de la Figura 2.



Al circular el fluido (en nuestro caso, agua), proveniente del depósito, éste ascenderá por los tubos verticales dispuestos en A y en B hasta alcanzar unas alturas h_A y h_B , respectivamente. Podemos expresar las presiones en A y en B, en función de estas alturas, como:

$$\begin{aligned} P_A &= P_0 + \rho \cdot g \cdot h_A \\ P_B &= P_0 + \rho \cdot g \cdot h_B \end{aligned} \quad (3)$$

siendo ρ : densidad del agua, y P_0 : presión atmosférica

Por tanto, la pérdida de presión entre los extremos del tubo AB vendrá dada:

$$\Delta P = \rho \cdot g \cdot (h_A - h_B) = \rho \cdot g \cdot (L_B - L_A) = \rho \cdot g \cdot \Delta h \quad (4)$$

donde L_A y L_B son los niveles que alcanza el agua en los tubos verticales, (Fig.2).

Basta, pues, medir Δh para, de acuerdo con (4), determinar ΔP .

Por otro lado, el caudal Q que circula por el tubo puede determinarse realizando el cociente entre el volumen V que se desagua en un intervalo de tiempo T , y dicho intervalo:

$$Q = V / T \quad (5)$$

Si sustituímos las expresiones (4) y (5) en (1), obtenemos finalmente: $\Delta h \cdot \rho \cdot g = \frac{R}{T} V$

$$R = \frac{V}{\rho \cdot g \cdot \Delta h \cdot T} \quad (6)$$

ESTUDIO EXPERIMENTAL

Para realizar nuestro estudio seguiremos los siguientes pasos:

1) Compruebe, con el profesor, si en su caso, la longitud L y el radio r del tubo, así como el intervalo de tiempo T , (el mismo para todas las medidas), que invertiremos en recoger en el desagüe cada volumen, V , de agua, son los dados recogidos a continuación. Si no fuera así anóte los datos nuevos.

$L = 45$ () cm	$r = 0.15$ () cm	$T = 10$ () s.
-----------------	-------------------	-----------------

2) Para medir los niveles L_A y L_B dispone de una regla en el dispositivo experimental. Anote su precisión.

$$\text{error en } (L_A) = \text{error en } (L_B) = \quad \text{cm}$$

El volumen V desaguado en cada caso se recogerá con un vasito. Para medirlo dispone de una probeta graduada. Anote su precisión:

$$\text{error en } (V) = \quad \text{cm}^3$$

3) Cuando la llave del desagüe está cerrada, el agua alcanza la misma altura en los dos tubos verticales: compuébelo. Vaya abriendo con cuidado la llave hasta que aparezca una diferencia apreciable de alturas en los dos tubos. Anote los niveles L_A y L_B , y el volumen V que se desagua en el tiempo T , en la Tabla adjunta. Repita la operación 5 veces, abriendo un poco más la llave cada vez.

L_A (cm)	L_B (cm)	$\Delta h = L_B - L_A$	$\Delta P = \rho \cdot g \cdot \Delta h$	$Q = V/T$	$R = \Delta P / Q$

Anote el margen de error de sus datos experimentales:

error en (V) =	cm ³	error en (Δh) =	cm
----------------	-----------------	---------------------------	----

4) Realice la media del valor de R

R=	
----	--

 (mm de Hg · s / cm³)

De la expresión (2) deducir el valor de la viscosidad

η =	Poises
----------	--------