

Cátedra: MECÁNICA DE FLUIDOS Y MÁQUINAS HIDRÁULICAS
FACULTAD DE INGENIERÍA

Profesor Adjunto: Rodríguez Carlos / JTP: Poliszczuk, Dario / Ay: Correa, Gustavo.

Carrera: **INGENIERÍA MECATRÓNICA**

Alumnos:

TRABAJO PRÁCTICO DE LABORATORIO N°1

Tema: **VISCOSIDAD – LEY DE STOKES**

1) **Objetivo del Laboratorio:** determinar la viscosidad dinámica “ η ” de ciertos fluidos a una temperatura determinada, aplicando la ley de Stokes y el principio de Arquímedes. A partir de ello, determinar la viscosidad cinemática “ ν ” y compararla con valores indicados en hoja de datos técnicos de fabricantes.

2) **Introducción:**

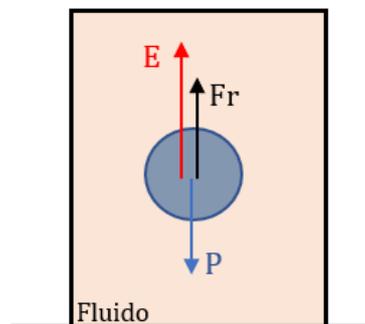
Sobre todo cuerpo que se mueve en un fluido viscoso actúa una fuerza de rozamiento que se opone al movimiento. La **Ley de Stokes** expresa que para cuerpos esféricos el valor de esta fuerza es:

$$F_r = 6\pi\eta rV \quad \text{donde:} \quad \eta : \text{viscosidad dinámica del fluido.}$$

$$r : \text{Radio de la esfera}$$

$$V : \text{velocidad de la esfera con respecto al fluido}$$

Si se considera un cuerpo (esfera) que cae libremente en el seno de un fluido, ver Fig.1, al cabo de cierto tiempo, cuando el peso **P** sea equilibrado por la fuerza **Fr** y por el empuje debido a la ley de Arquímedes **E**, las fuerzas que actúan sobre la esfera son las siguientes:



$$E = \frac{4}{3}\pi r^3 \rho_{\text{fluido}} g$$

$$P = mg = \frac{4}{3}\pi r^3 \rho_{\text{esfera}} g$$

$$F_r = 6\pi\eta rV$$

Fig.1. Fuerzas sobre la esfera en un fluido.

Planteando la segunda Ley de Newton a partir de las fuerzas ejercidas sobre el cuerpo de la Fig. 1 se obtiene la siguiente relación:

$$ma = P - E - Fr$$

Donde “ a ” es la aceleración del cuerpo. Entonces, al aumentar la velocidad, aumenta la fuerza viscosa y se reduce la aceleración. Para el caso de un fluido infinito, en el límite en que la aceleración se hace nula, la velocidad se hace constante alcanzando su valor límite $V \rightarrow V_{lim}$. *Ladenburg* propuso la siguiente expresión experimental para determinar esta velocidad límite para el caso de una esfera contenida dentro de un tubo con un fluido determinado:

$$V_{lim} = \left(1 + 2,4 \frac{r_{\text{esfera}}}{r_{\text{tubo}}}\right) V_{medida}$$

Reemplazando las ecuaciones de las fuerzas actuantes y la V_{lim} se llega a las siguientes expresiones para determinar la viscosidad dinámica y cinemática:

$\eta = \frac{2 r^2 g}{9 V_{lim}} (\rho_{esfera} - \rho_{fluido})$ $v = \frac{\eta}{\rho}$	<p>η: viscosidad dinámica del fluido [Pa.s] v: viscosidad cinemática del fluido [m²/s]. r: radio de la esfera [m]. ρ_{esfera}: Densidad de la esfera [Kg/m³]. ρ_{fluido}: Densidad del fluido [Kg/m³]. V_{lim}: Velocidad límite de la esfera [m/s]. g: aceleración de la gravedad [m/s²].</p>
---	--

3) Actividad:

- 1- Identificar la esfera a utilizar en los ensayos, material, dimensiones, densidad.
- 2- Identificar los fluidos a analizar y registrar la temperatura a la que se realizarán los ensayos.
 - Temperatura del fluido:[°C].
 - Radio de esfera:[m].
 - Densidad de esfera:[Kg/m³].
 - Radio del Tubo:[m].
 - Altura del Tubo:.....[m].
- 3- Estando el tubo en posición vertical, situar la esfera en la parte superior y dejarla caer; cronometrar el tiempo que tarda en recorrer la altura total del tubo para calcular la V_{medida} . (repetir este paso por lo menos 3 veces para obtener un tiempo promedio más certero).
- 4- Calcular la viscosidad dinámica “ η ” y cinemática “ v ” para cada fluido y comparar los valores obtenidos con los indicados en hoja de datos técnicos de algunos fabricantes. Es posible obtener la viscosidad cinemática a una temperatura determinada, con las calculadoras online proporcionadas por algunos fabricantes, conociendo las viscosidades a 40°C, 100°C y el IV:
 - <https://widman.biz/Seleccion/indice-visc.php>
 - <https://www.widman.biz/Seleccion/operacional.php>
 - <https://interlub.com/herramientas-de-lubricacion/calculadora-de-viscosidad-operacional/>
 - <https://www.widman.biz/Seleccion/graficar.php>

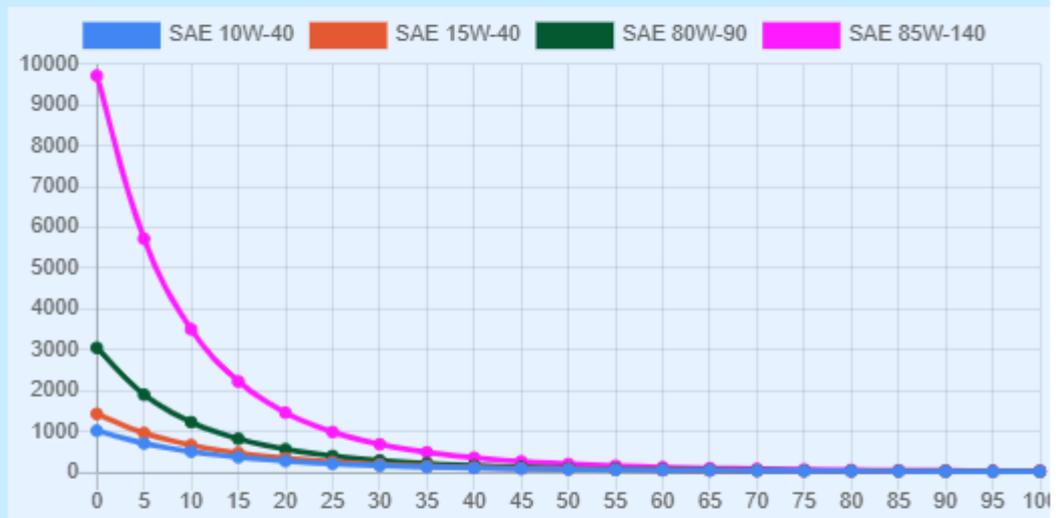
4) Resultados:

Fluido	Densidad fluido [Kg/m ³].	Tiempo promedio [s]	V _{lim} [m/s]	Viscosidad dinámica η [Pa.s]	Viscosidad cinemática v [mm ² /s] o cSt	Viscosidad cinemática v (catálogo) [mm ² /s] o cSt
SAE 10W40						
SAE 15W-40						
SAE 80W-90						
SAE 85W-140						

5) Conclusiones:

Comparación obtenida de la página: <https://www.widman.biz/Seleccion/graficar.php>

	Aceite1	Aceite2	Aceite3	Aceite4	Temperatura
Nombre Producto	SAE 10W-40 <input checked="" type="checkbox"/> Visible	SAE 15W-40 <input checked="" type="checkbox"/> Visible	SAE 80W-90 <input checked="" type="checkbox"/> Visible	SAE 85W-14 <input checked="" type="checkbox"/> Visible	Mínima (Celcius)
Viscosidad obt a 40°C	99.6	114.8	158.6	352.55	0
Viscosidad obt a 100°C	14.7	15	16	26.5	RECALCULAR



Temperatura	0	5	10	15	20	25	30	35	40
SAE 10W-40	1013.98	704.41	501.75	365.66	272.12	206.44	159.38	125.06	99.6
SAE 15W-40	1427.43	958.13	661.58	468.75	340.05	252.05	190.55	146.68	114.8
SAE 80W-90	3047.7	1897.11	1223.75	815.37	559.5	394.36	284.85	210.39	158.6
SAE 85W-140	9721.6	5721.98	3502.53	2221.83	1455.99	982.86	681.71	484.7	352.55