



PRACTICA N°1: PROPIEDADES DE LOS FLUIDOS: DENSIDAD Y VISCOSIDAD.

INTRODUCCIÓN

Para comprender los conceptos relacionados con la estática y dinámica de los fluidos es necesario familiarizarse con algunas de las propiedades de estos. En especial, las propiedades físicas de los fluidos nos ayudan a entender su comportamiento como un medio continuo. La idealización del medio continuo nos permite tratar las propiedades de los fluidos como funciones de punto y suponer que estas varían de manera continua en el espacio. En esta práctica de laboratorio se estudian algunas propiedades de interés para el análisis del comportamiento de fluidos en reposo y movimiento, tales como: densidad, gravedad específica y viscosidad.

OBJETIVOS

- ✓ Determinar la densidad y viscosidad de líquidos a través de experimentos de laboratorio.
- ✓ Comprender el funcionamiento de instrumentos de laboratorio para la medición de propiedades.

MARCO TEÓRICO

Densidad y Gravedad Específica:

La densidad (ρ) se define como la relación entre la masa (m) y el volumen (v) de una sustancia (Ecuación 1). Por lo general, la densidad de una sustancia depende de la presión y temperatura a la cual es sometida. En el caso de los líquidos, la variación de la densidad por efectos de la presión puede ser considerada despreciable, debido a que los líquidos son prácticamente incompresibles.

$$\rho = m/v \quad \text{Ecuación 1}$$

Comúnmente, la densidad de una sustancia se da en relación con la densidad de una sustancia conocida; por tanto, se le llama gravedad específica o densidad relativa a la razón entre la densidad de una sustancia y la densidad de alguna sustancia estándar (Ecuación 2). La sustancia estándar usualmente es agua a 4°C ($\rho = 1000 \text{ Kg} / \text{m}^3$).

$$GE = \rho_{sustancia} / \rho_{H_2O} \quad \text{Ecuación 2}$$



Existen diferentes instrumentos que permiten medir las propiedades de una sustancia. En el caso de la densidad los dos principales instrumentos de laboratorio son el hidrómetro y el picnómetro, que se describen brevemente a continuación:

Hidrómetro:

Es un instrumento de medición que sirve para determinar la densidad relativa de los líquidos sin calcular antes su volumen y masa. Se constituye de un cilindro hueco graduado, con un bulbo pesado en su extremo que le permite flotar de manera vertical una vez introducido en el líquido (Figura 1). El funcionamiento del hidrómetro se basa en el principio de Arquímedes.

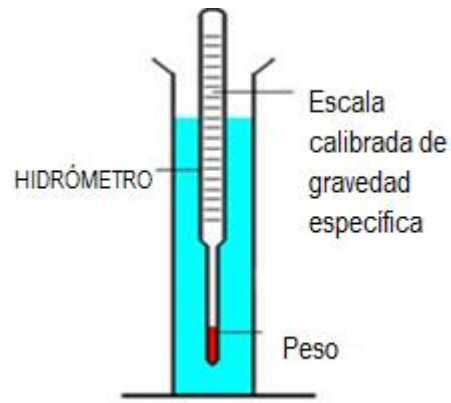


Figura 1. Hidrómetro¹

Picnómetro:

Es un instrumento de medición cuyo volumen es conocido y permite conocer la densidad o peso específico de un sólido o líquido, a una determinada temperatura, mediante gravimetría. Consiste en un envase de vidrio con un tapón biselado en el cual se encuentra un capilar para excesos (Figura 2).



Figura 2. Picnómetro de 50ml

Viscosidad:

La viscosidad es una propiedad que representa la resistencia interna de un fluido al movimiento o fluidez. La viscosidad se debe a la fuerza de fricción interna que se desarrolla entre las diferentes capas de los fluidos a medida que se obligan a moverse con relación a las otras. En los líquidos se origina por las fuerzas de cohesión entre las moléculas.

¹ Armfield, Propiedades de fluidos - Manual de Instrucciones F1-30 Issue 1., noviembre 2010



La razón de deformación de un elemento fluido es equivalente al gradiente de velocidad de éste. Además, para los fluidos conocidos como newtonianos (ej: agua, aceite, glicerol), la razón de deformación es directamente proporcional al esfuerzo cortante (Ecuación 3). Mientras que para los fluidos no newtonianos (ej: sangre, lodo, lava) la viscosidad varía con la tensión cortante que se le aplica. La Figura 3 y la Figura 4 muestran el comportamiento de un fluido newtoniano y el de los no newtonianos respectivamente.

$$\tau = \mu \frac{\partial u}{\partial y} \quad \text{Ecuación 3}$$

$\tau = \text{Esfuerzo Cortante}$

$\mu = \text{Viscosidad dinámica } [\frac{kg}{m} \cdot s]$

$\frac{\partial u}{\partial y} = \text{Gradiente de velocidad}$

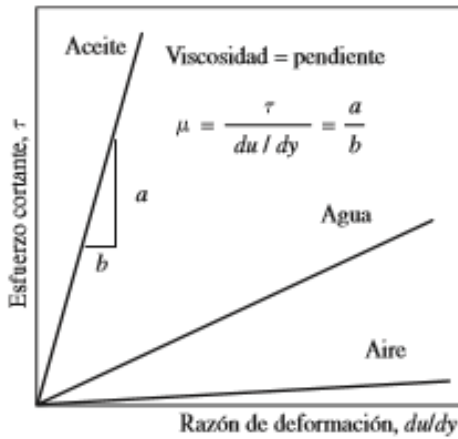


Figura 3. Razón de deformación de un fluido newtoniano²

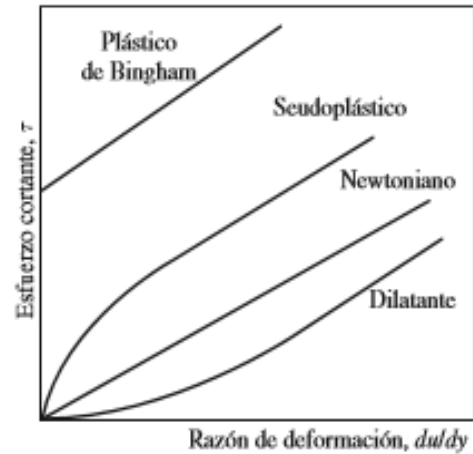


Figura 4. Variación esfuerzo en fluidos³

En mecánica de fluidos frecuentemente se utiliza la viscosidad cinemática, que es la razón entre la viscosidad dinámica y la densidad (Ecuación 4). Dos unidades comunes de la viscosidad cinemática son $\frac{m^2}{s}$ y el stoke $\frac{cm^2}{s}$.

$$v = \mu / \rho \quad \text{Ecuación 4}$$

^{2 3} Y.A Cengel y J. M. Cimbala, Mecánica de fluidos: fundamentos y aplicaciones, 5° ed., Nueva York: McGraw-Hill, 2006



TEMAS DE CONSULTA

- Densidad y peso específico.
- Hidrómetros y picnómetros.
- Fluidos newtonianos y no newtonianos.
- Viscosímetros y su funcionamiento.
- Variación de viscosidad con la T° .
- Ley de Stokes.

EQUIPOS:

- ✓ F1-30 Propiedades de fluidos.
- ✓ Líquidos de prueba.
- ✓ Balanza.
- ✓ Cronómetro.



Figura 1 F1-30 Equipo de Propiedades de fluidos

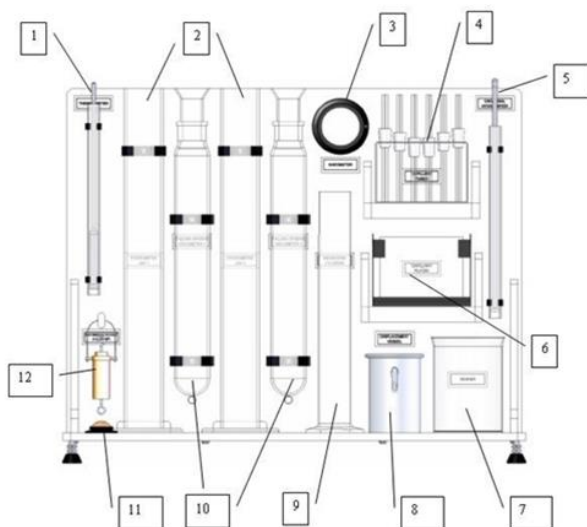


Figura 2 Descripción detallada del F1-30

1. Termómetro de alcohol.
2. Probetas para el hidrómetro.
3. Barómetro.
4. Tubos capilares.
5. Hidrómetro.
6. Placas capilares.
7. Vaso de precipitados.
8. Recipiente de desplazamiento para Arquímedes.
9. Cilindro de medición.
10. Viscosímetros de esfera descendente.
11. Nivel de burbuja.
12. Cubo y cilindro de Arquímedes.



ACTIVIDADES

Actividad A: Densidad de líquidos usando un hidrómetro.

Determinar la densidad de un líquido a partir de: i) su peso específico, tomado con el hidrómetro universal; y ii) la densidad del agua bajo las condiciones de temperatura del líquido en cuestión.

Procedimiento:

- 1) Nivelar el equipo F1-30, ajustando los soportes y observando el nivel de burbuja ubicado en la base de este.
- 2) Llenar una de las probetas del hidrómetro con agua limpia y la otra con glicerol. La profundidad del líquido debe ser suficiente para permitir que el hidrómetro flote.
- 3) Con cuidado, hacer flotar el hidrómetro en el agua, asegurándose de que no esté en contacto con las paredes de la probeta. Registrar la lectura en la escala del hidrómetro.
- 4) Medir y registrar la temperatura del agua usando el termómetro de alcohol.
- 5) Reemplazar el agua con aceite de cocina, verificando que la probeta esté seca antes de verter el aceite.
- 6) Hacer flotar el hidrómetro en cada líquido (Glicerol, Aceite). A su vez, medir y registrar la lectura de gravedad específica indicada en la escala del hidrómetro.
- 7) Medir y registrar la temperatura de cada líquido usando el termómetro de alcohol.
- 8) Registrar la presión barométrica indicada en el banco.

Nota: Limpiar cuidadosamente el termómetro e hidrómetro con una toalla de papel después de cada inmersión, con el fin de evitar contaminación.

Actividad B: Densidad de líquidos usando un picnómetro.

Determinar la densidad de un líquido midiendo el cambio en el peso del picnómetro, a partir de un volumen conocido.

Procedimiento:

- 1) Registrar el peso del picnómetro seco, incluyendo el tapón. Verificar que la balanza esté debidamente calibrada.
- 2) Llenar el picnómetro con glicerol e insertar el tapón completamente. Limpiar el exterior del picnómetro para eliminar cualquier líquido derramado. Registrar su peso.
- 3) Repetir el procedimiento anterior usando aceite de cocina.

Actividad C: Viscosidad de líquidos usando un viscosímetro de esfera descendente.

Mediante la temporización del descenso de diferentes esferas, de características conocidas, a través de un líquido, determinar la viscosidad de este.



Procedimiento:

- 1) Llenar uno de los tubos de viscosímetro con glicerol y el otro con aceite de cocina. Verificar que se llene con los líquidos hasta el cuello del tubo, para que la gradación de 200 mm esté cubierta.
- 2) Para cada líquido, introducir la esfera de diámetro pequeño a través del embudo en la parte superior del viscosímetro y registrar el tiempo de caída entre las marcas en la pared de este. Repetir cada medición tres veces.
- 3) Repetir el paso anterior para las esferas de diámetro mediano y grande.

ANÁLISIS DE DATOS

Actividad A: Densidad de líquidos usando un hidrómetro.

1. Con la temperatura del agua registrada, determine la densidad del agua según la siguiente tabla:

Temperatura [°C]	Densidad [kg/ m ³]
4	999.97
10	999.7
20	998.2
25	997.05
30	995.65
40	992.2
60	983.2

2. Calcule la densidad del aceite de cocina y del glicerol a partir de los datos obtenidos en la práctica. Encuentre el error entre las densidades experimentales y las densidades teóricas de los líquidos en el mercado, usando la expresión:

$$\%Error = \left[\frac{P_{Teórica} - P_{Experimental}}{P_{Teórica}} \right] * 100$$

Comente la posible causa del porcentaje de error calculado

Preguntas:

- Mencione las aplicaciones donde los cambios en la densidad de un líquido son relevantes.
- ¿Qué otra propiedad podría determinarse con el hidrómetro?



Actividad B: Densidad de líquidos usando un picnómetro.

1. Calcular la densidad del Aceite de cocina y del glicerol a partir de los datos obtenidos en la práctica. Encuentre el error entre las densidades experimentales y las densidades teóricas de los líquidos en el mercado, usando la expresión:

$$\%Error = \left[\frac{P_{Teórica} - P_{Experimental}}{P_{Teórica}} \right] * 100$$

Comente la posible causa del porcentaje de error calculado

Preguntas:

- ¿Cómo se calibra un picnómetro?
- ¿Por qué es conveniente utilizar un picnómetro para determinar la densidad de diferentes líquidos?

Actividad C: Viscosidad de líquidos usando un viscosímetro de esfera descendente.

1. A partir de un tiempo promedio entre los valores tomados y la distancia de descenso definida, calcule la velocidad de los tres tipos de esferas en los dos líquidos probados.
2. Usando la ecuación:

$$\mu = \frac{2}{9} r^2 g \frac{(\rho_s - \rho_l)}{u}$$

Donde:

μ = Coeficiente de viscosidad [$\frac{kg}{m/s^2}$]

r = Radio de la esfera

g = Aceleración de gravedad

ρ_s = Densidad de la esfera

ρ_l = Densidad del líquido (Datos teóricos)

u = Velocidad

Completar la tabla:

Líquido	Coeficiente de viscosidad μ [$\frac{kg}{m/s^2}$]		Promedio coeficiente de viscosidad μ [$\frac{kg}{m/s^2}$]	Viscosidad cinemática μ [$\frac{m^2}{s}$]
Aceite de cocina	Esfera pequeña			
	Esfera mediana			
	Esfera grande			
Glicerol	Esfera pequeña			
	Esfera mediana			
	Esfera grande			



3. Encuentre el error entre las densidades experimentales y las densidades teóricas de los líquidos en el mercado. Por medio de la expresión:

$$\%Error = \left[\frac{P_{Teórica} - P_{Experimental}}{P_{Teórica}} \right] * 100$$

Comente la posible causa del porcentaje de error calculado

Preguntas:

- Demuestre la ecuación de viscosidad dinámica teniendo en cuenta la ley de Stokes y las fuerzas actuantes sobre la esfera.
- Explique cómo y por qué varía la viscosidad con la temperatura.
- Enuncie una aplicación práctica del fenómeno estudiado.

BIBLIOGRAFÍA:

- ✓ Y.A Cengel y J. M. Cimbala, Mecánica de fluidos: fundamentos y aplicaciones, 5° ed., Nueva York: McGraw-Hill, 2006.
- ✓ F. M. White, Fluid Mechanics, 5° Ed., Nueva York McGraw-Hill, 2006.
- ✓ Armfield, Estática y Manometría de fluidos - Manual de Instrucciones F1-12. Issue 1., Noviembre 2010.
- ✓ STREETER, Víctor L. Mecánica de fluidos. México: McGraw-Hill, 1966.



TABLAS DE DATOS

PRÁCTICA N°1: PROPIEDADES DE FLUIDOS

AUXILIAR _____

FECHA: _____

GRUPO: _____ SUBGRUPO: _____

NOTA: _____

NOMBRES	CÓDIGO

ACTIVIDAD A: Densidad de líquidos usando un hidrómetro.

Presión Barométrica [mmHg] _____

Líquido	Gravedad Específica	Temperatura [°C]
Agua		
Aceite de cocina		
Glicerol		

ACTIVIDAD B: Densidad de líquidos usando un picnómetro.

Volumen del picnómetro con tapa [ml] _____ 50 _____

Peso del picnómetro seco [g] _____

Líquido	Peso del picnómetro lleno [g]
Glicerol	
Aceite de cocina	

ACTIVIDAD C: Viscosidad de líquidos usando un viscosímetro de esfera descendente.

Diámetro esfera pequeña [mm] _____ 1.5875 _____

Diámetro esfera mediana [mm] _____ 2.38125 _____

Diámetro esfera grande [mm] _____ 3.175 _____

Distancia recorrida [mm] _____

Líquido	Esfera pequeña t [s]			Esfera mediana t [s]			Esfera grande t [s]		
Aceite de cocina									
Glicerol									