

Introducción a la mecánica de fluidos

Contents

- [1.1. Aspectos generales](#)
- [1.2. Propiedades de los fluidos](#)
- [1.3. Referencias](#)

ING325 - Mecánica de Fluidos

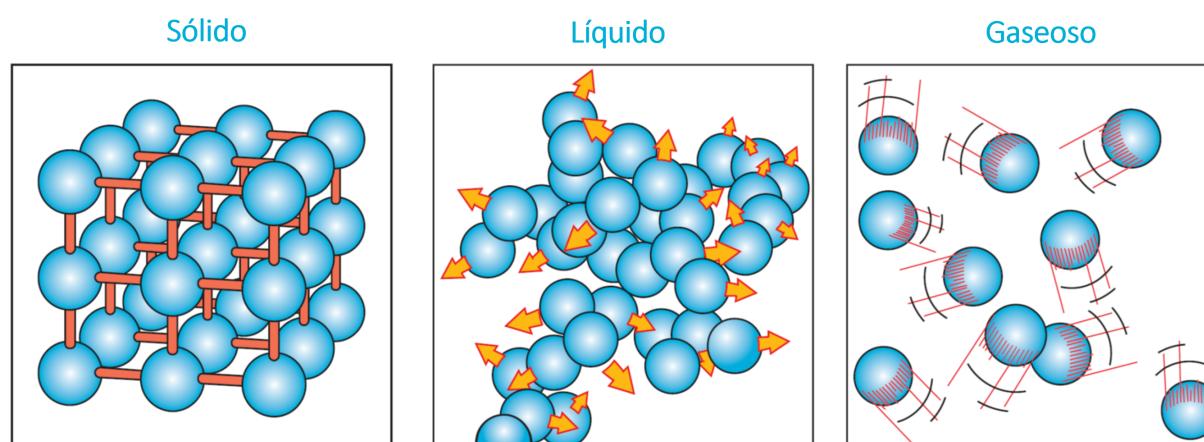
Profesor: Francisco Ramírez Cuevas

Fecha: 2 de Marzo 2023

1.1. Aspectos generales

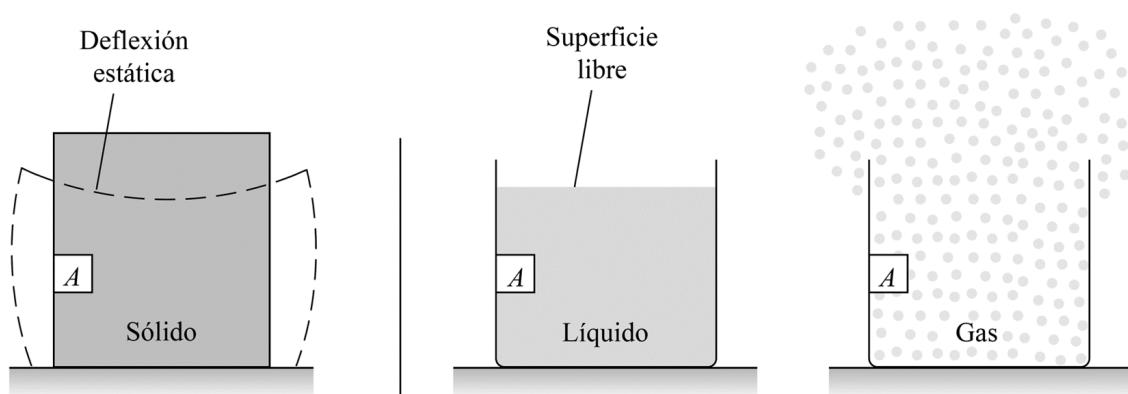
1.1.1. Definición de un fluido

- Sustancia en fase líquida o gaseosa
- En comparación con un sólido, los enlaces entre moléculas son débiles y no elásticos.



A partir de esta configuración molecular:

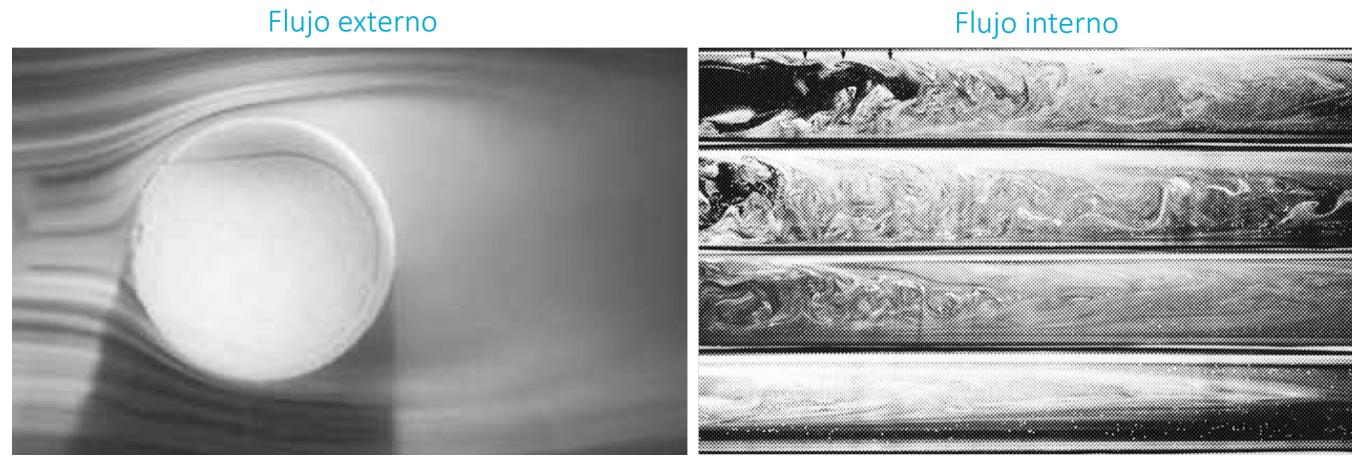
- Un sólido se caracteriza por ser un elemento rígido que opone resistencia ante un esfuerzo (dentro del límite elástico)
- Un fluido, en cambio, se deforma constantemente tomando la forma del recipiente que lo contiene.



- En el caso de un líquido, **el volumen del fluido se mantiene relativamente constante** debido a las fuerzas de cohesión. Así, un líquido forma una superficie libre.
- El gas, por otro lado, se expande constantemente ya que las fuerzas de cohesión son débiles.

1.1.2. Clasificación de flujos

Flujo externo/interno. Se define dependiendo si el fluido fluye por un canal confinado (interno), o sobre alrededor de una superficie (externo).



Flujo compresible/incompresible. Corresponde a la variación de la densidad (masa/volumen) del fluido en un flujo.

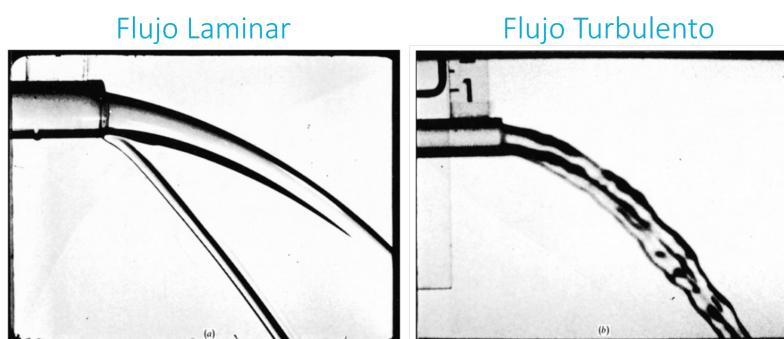
- Flujo incompresible: la densidad se mantiene relativamente constante
- Flujo compresible: la densidad varía en el flujo

Como regla general, **el flujo con líquidos es típicamente incompresible**. En el caso de **gases**, **los flujos se pueden aproximar como incompresibles cuando $Ma < 0.3$** , donde

$$Ma = \frac{\text{Velocidad del flujo}}{\text{Velocidad del sonido}},$$

es el **número de Mach**.

Flujo Laminar/Turbulento. Define el grado de orden de un flujo



- Flujo laminar: flujo suave y ordenado donde las líneas de flujo adyacentes se mueve en forma de láminas (o capas). Se presenta comúnmente en flujos a bajas velocidades
- Flujo turbulento: caracterizado por fluctuaciones caóticas, comúnmente en velocidades altas.

Flujo transiente/estacionario define la variación temporal de un flujo.

Transiente



Estacionario

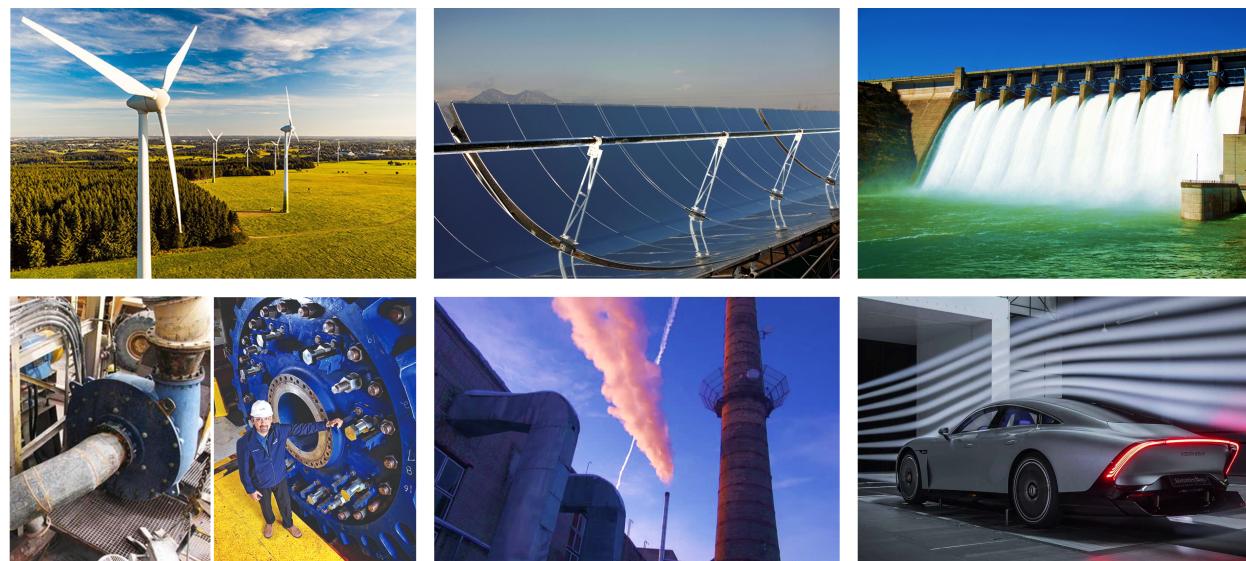


Un flujo es estacionario si no hay cambio de las propiedades en un punto con el tiempo. En caso contrario, el flujo es transiente.

Si el flujo es estacionario las propiedades del fluido pueden cambiar en el espacio, pero en un punto fijo permanecen constantes.

1.1.3. Mécanica de fluidos en la ingeniería

Existen innumerables aplicaciones donde la mecánica de fluidos juega un rol central, tales como conversión de energía, procesos industriales (como minería), medio ambiente, aerodinámica, etc.



1.2. Propiedades de los fluidos

1.2.1. Densidad y variables asociadas

Densidad (ρ). Se define como *la masa por unidad de volumen*.

Comúnmente se mide en kg/m^3 o g/cm^3 .

El recíproco de la densidad es el **volumen específico** $v = 1/\rho$.

La densidad de una sustancia depende de la temperatura y la presión:

- **Líquidos.** *La variación de la densidad con la presión es despreciable.* Por ejemplo, la densidad del agua a 20°C cambia de 998 kg/m^3 a 1 atm a 1003 kg/m^3 a 100 atm.
Frente a cambios de temperatura, la densidad sufre cambios un poco más significativos, aunque es posible despreciarlos en algunos casos.
- **Gases.** *Generalmente obedecen a la ley de gas ideal* $PMv = RT$, donde P es la presión absoluta, M es la masa molar del gas, T es la temperatura y $R = 8.3145 \text{ kJ/kmol K}$ es la constante universal del gas ideal.

Gravedad específica (GE). Se define como *la razón de la densidad de una sustancia a la densidad de una sustancia estándar, a una temperatura específica* (por lo general, agua a 4 °C, tal que $\rho_{\text{H}_2\text{O}} = 1000 \text{ kg/m}^3$).

Es decir:

$$\text{GE} = \frac{\rho}{\rho_{\text{H}_2\text{O}}} \quad (1.1)$$

Tabla 1. Gravedad específica a 20 °C y 1 atm

Sustancia	GE
Agua	1
Sangre (a 37°C)	1.06
Aqua de mar	1.025
Gasolina	0.68
Alcohol etílico	0.79
Mercurio	13.6
Hielo (a 0 °C)	0.916
Aire	0.001204

Peso específico (γ). Se define como el *peso por unidad de volumen*, y se expresa como:

$$\gamma = \rho g \quad \frac{\text{N}}{\text{m}^3} \quad (1.2)$$

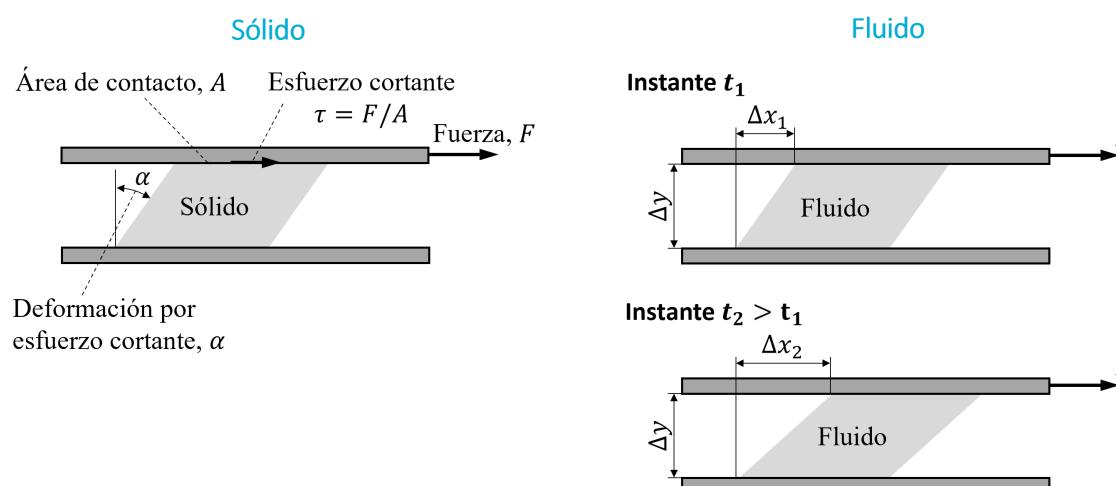
donde g es la aceleración gravitacional.

1.2.2. Viscosidad

Corresponde a la resistencia de un fluido al movimiento o, en otras palabras, a la "fluidez". **Esta propiedad establece una relación entre los esfuerzos cortantes (τ) y la taza de deformación de un fluido.**

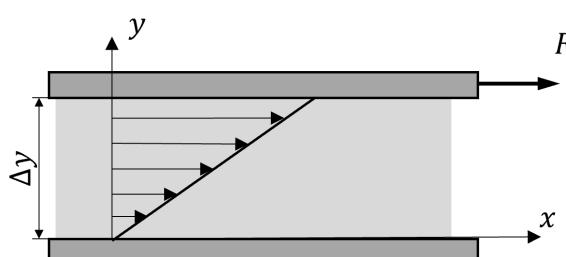
Recordemos que, a diferencia de un sólido, un fluido se deforma constantemente frente a un esfuerzo cortante. Así, **en el caso de fluidos es importante considerar la taza de cambio de la deformación en el tiempo**, y no la deformación instantánea (como en el caso de sólidos).

Un ejemplo simple es el que se ilustra en la figura. En este caso, el cuerpo (sólido o líquido) entre dos placas planas es sometido a una fuerza cortante debido al movimiento relativo entre ellas.



Al aplicar una fuerza F constante, el fluido se deforma continuamente, mientras que el sólido alcanza una deformación máxima (bajo el límite elástico del sólido). En ambos casos, **el esfuerzo cortante se define como $\tau = F/A$ donde A es el área de contacto entre el cuerpo y la placa.**

Matemáticamente, **la taza de deformación** corresponde al **cambio de la velocidad de un fluido en el espacio**. En el ejemplo, el movimiento de las placas induce un perfil de velocidades como se indica en la figura, donde u es la velocidad en la dirección x .

**Taza de deformación**

$$\frac{d}{dt} \left(\frac{\Delta x}{\Delta y} \right) \sim \frac{du}{dy}$$

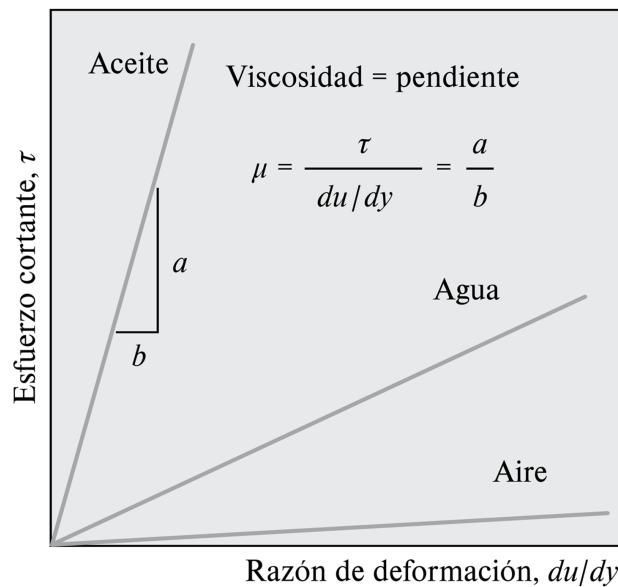
En algunos fluidos (como el agua, aire y aceites), la taza de deformación es proporcional al esfuerzo cortante

$$\tau = \mu \frac{du}{dy}, \quad \frac{\text{N}}{\text{m}^2} \quad (1.3)$$

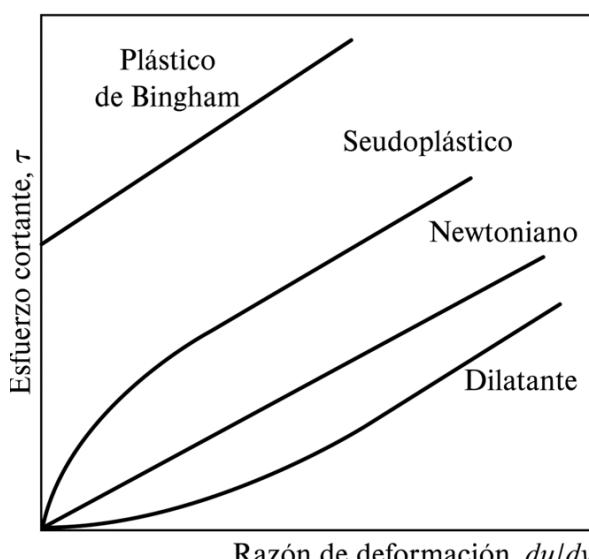
y se denominan **fluidos newtonianos**.

En esta relación μ es la **viscociidad dinámica**. Comúnmente, se mide en $\text{kg}/\text{m} \cdot \text{s}$, $\text{Pa} \cdot \text{s}$, o *centipoise* $cP = 0.001 \text{ kg}/\text{m} \cdot \text{s}$.

En un fluido newtoniano, la gráfica esfuerzo de corte vs taza de deformación sigue una línea recta cuya pendiente está definida por μ .



Los fluidos que no siguen esta relación lineal se conocen como **no newtonianos**.



En esta categoría tenemos:

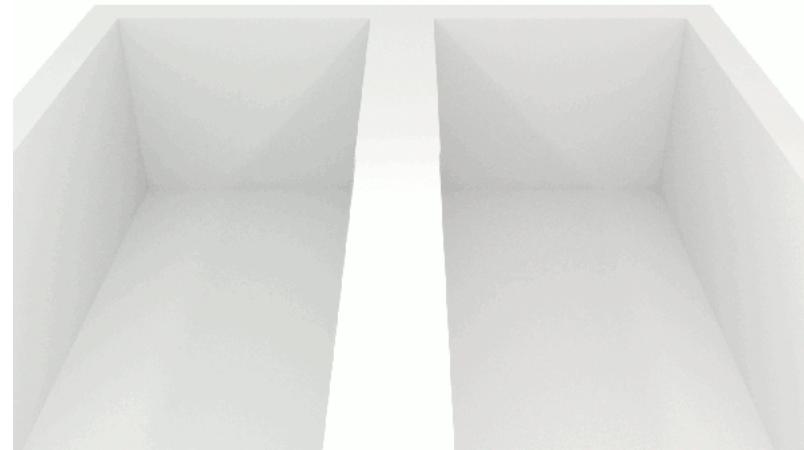
- **Seudoplástico**, tales como pinturas, y otros fluidos con partículas en suspensión.
- **Dilatante**, tales como soluciones con almidón o arena.
- **Plástico de Bingham**, tales como Pasta de dientes, mayonesa, ketchup, etc.

Un ejemplo interesante de un fluido no newtoniano, es la mezcla de almidón de maíz con agua (también conocida *Oobleck*). Otro ejemplo conocido, es el *Slime*.

Fun with Non-Newtonian Fluid - Lamar University



Con frecuencia, en algunas ecuaciones aparece la razón entre la viscosidad dinámica y a densidad. Esta variables, denominada **viscociudad cinemática** ($\nu = \mu/\rho$), representa la capacidad de fluidez frente a la fuerza de gravedad.

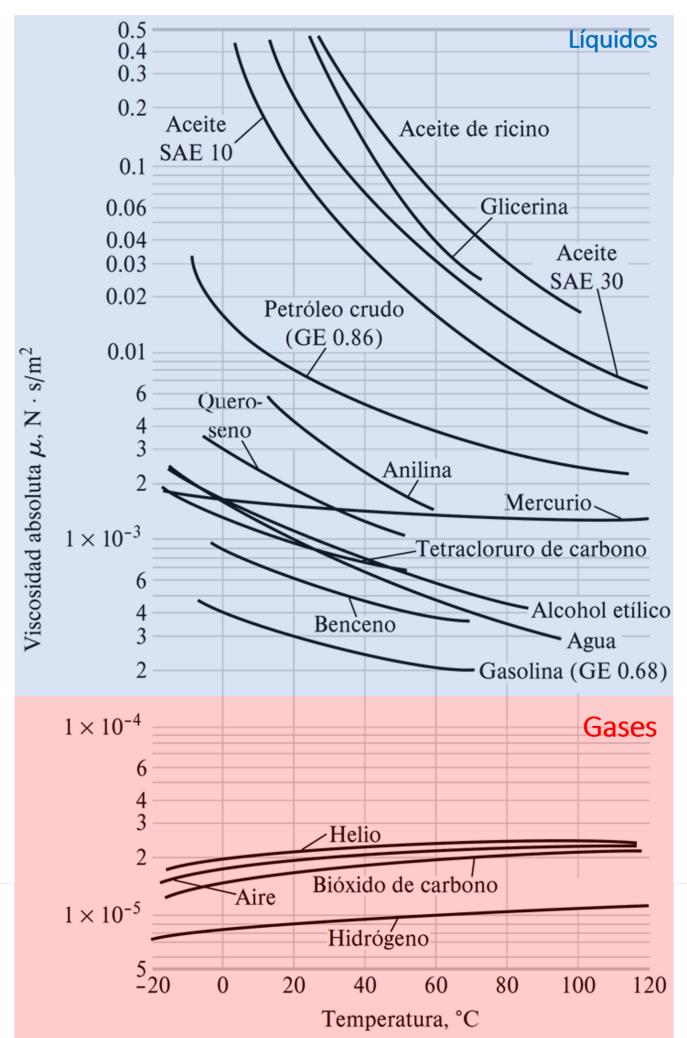


Generalmente, ambas viscosidades cambian proporcionalmente

Tabla 2. Densidad y viscosidad de fluidos comunes a 20 °C y 1 atm

Fluido	ρ (kg/m ³)	μ (kg/m · s)	ν (m ² /s)
Hidrógeno	0.084	8.8×10^{-6}	1.05×10^{-4}
Aire	1.2	1.8×10^{-5}	1.51×10^{-5}
Gasolina	680	2.9×10^{-4}	4.22×10^{-7}
Agua	998	1.0×10^{-3}	1.01×10^{-6}
Alcohol etílico	789	1.2×10^{-3}	1.52×10^{-6}
Mercurio	13,580	1.5×10^{-3}	1.16×10^{-7}
Aceite SAE 30	891	0.29	3.25×10^{-4}
Glicerina	1,264	1.5	1.18×10^{-3}

Debido a que los métodos para medir viscosidad cinemática y dinámica son diferentes, es común encontrar ambas unidades en tablas



El cambio en la viscosidad con la temperatura es diferente dependiendo de si es un gas o un líquido.

Si la temperatura aumenta:

- **Líquidos:** μ disminuye.
- **gases:** μ aumenta.

Esto ocurre debido a las diferencias en la estructura molecular de gases y líquidos

1.3. Referencias

Cengel Y. A. y Cimbala M. J. *Mecánica de Fluidos: Fundamentos y Aplicaciones*, 4ta Ed., McGraw Hill, 2018

- Capítulo 1: Introducción y conceptos básicos
- Capítulo 2: Propiedades de los fluidos

White F. M. *Mecánica de Fluidos*, 5ta Ed., McGraw Hill, 2004

- Capítulo 1: Introducción

By Francisco V. Ramirez-Cuevas

© Copyright 2022.