

# Practica 1

Reporte de practica de Viscosidad

1<sup>st</sup> Aguirre García Mario Cesar

*Benemérita Universidad Autónoma de Puebla  
Facultad de ciencias de la Electrónica.*

México, Puebla. 202220608

2<sup>nd</sup> Aranda Martínez Ricardo

*Benemérita Universidad Autónoma de Puebla  
Facultad de ciencias de la Electrónica.*

México, Puebla. 202213463

3<sup>rd</sup> Arreola Guzmán Ángel Natahel

*Benemérita Universidad Autónoma de Puebla  
Facultad de ciencias de la Electrónica.*

México, Puebla. 202220877

4<sup>th</sup> Cantera Martínez Omar

*Benemérita Universidad Autónoma de Puebla  
Facultad de ciencias de la electrónica.*

México, Puebla. 202224958

5<sup>th</sup> Díaz de la Rosa Orlando

*Benemérita Universidad Autónoma de Puebla  
Facultad de ciencias de la Electrónica.*

México, Puebla. 202221964

6<sup>th</sup> Montaña Molina Christian Jesus

*Benemérita Universidad Autónoma de Puebla  
Facultad de ciencias de la Electrónica.*

México, Puebla. 202244640

7<sup>th</sup> Zamora Chávez Josué

*Benemérita Universidad Autónoma de Puebla  
Facultad de ciencias de la Electrónica.*

México, Puebla. 202166432

*Resumen*—Se sabe que el calor específico de los materiales es básicamente la cantidad de energía que se necesita para incrementar en un grado una unidad de masa. El tema del presente reporte fue por medio de la practica verificar una de las propiedades de los materiales; el calor específico, y la mejor manera en la que se pudo realizar fue por medio del calculo de los calores específicos de las sustancias que usamos comunmente, experimento que refleja como es que conceptos que se aplican en termodinamica o mecanica de fluidos tienen un fin en nuestra vida diaria y tambien en la vida del futuro y procesos industrializados.

*Index Terms*—Calor específico, Tasa de calentamiento, Energía, Fluidos, Cambio de temperatura, Capacidad calorífica, Pérdida de calor, Potencia.

## I. OBJETIVOS

- Medir y comparar la viscosidad de diferentes fluidos mediante un método simple de caída en superficie inclinada.
- Desarrollar una metodología simple para medir la viscosidad en un entorno experimental de bajo costo.
- Comprobar la validez de la ecuación de la viscosidad dinámica al observar el comportamiento de diferentes fluidos.

## II. INTRODUCCION.

La viscosidad es una propiedad fundamental de los fluidos que describe su resistencia al flujo. Es una medida de la fricción interna que ocurre cuando las capas de un fluido se deslizan unas sobre otras. Este fenómeno es crucial en la dinámica de fluidos, ya que afecta la velocidad de desplazamiento de un fluido bajo la acción de una fuerza.

La viscosidad es una propiedad dependiente de la temperatura: a mayor temperatura, los líquidos suelen volverse menos viscosos, mientras que los gases tienden a ser más viscosos. La comprensión de esta propiedad es esencial en diversas aplicaciones, como el diseño de sistemas de tuberías, la ingeniería de procesos, y la mecánica de fluidos en general, donde el control del flujo y la eficiencia dependen directamente de la viscosidad del fluido en cuestión.

## III. MARCO TEORICO

### 1. Coeficiente de fricción

El coeficiente de fricción es una constante que tiene una amplia relación con la magnitud de la fuerza de resistencia al movimiento entre dos superficies de contacto. Por ejemplo: Cuando queremos mover una mesa (sólido) sobre el piso, se le debe aplicar una fuerza en dirección horizontal, suficientemente grande como para vencer a la fricción. La magnitud de la fuerza necesaria para mover la mesa depende del coeficiente de fricción entre la mesa y el piso.

### 2. Viscosidad

La viscosidad es una propiedad de los fluidos que mide su resistencia al flujo o deformación bajo la aplicación de una fuerza. En términos más sencillos se puede describir a la viscosidad como que tan “espeso” o “delgado” es un fluido. Un ejemplo claro de esta propiedad la podemos encontrar en fluidos como la miel, agua, aceite, etc.

### 3. Fuerza de Arrastre

La fuerza que un fluido fluyente ejerce sobre un cuerpo en la dirección del flujo se llama fuerza de arrastre, y la magnitud de esta depende, en parte, de la viscosidad.

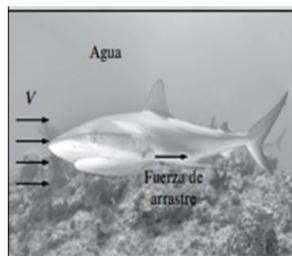
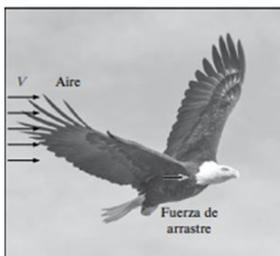


Figura 1. Un fluido que se mueve con relación a un cuerpo ejerce una fuerza de arrastre sobre el cuerpo, en parte por la fricción causada por la viscosidad

### 4. Esfuerzo Cortante

**Definición:** El esfuerzo cortante es una fuerza aplicada tangencialmente sobre la superficie de un material o fluido, que genera una deformación en el mismo. Esta fuerza es crucial para describir la forma en que las capas de un fluido se deslizan unas sobre otras cuando el fluido fluye.

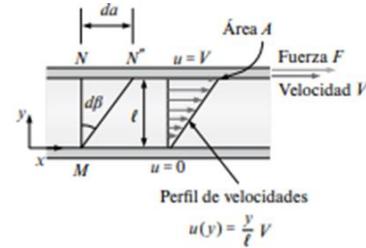


Figura 2: El comportamiento de un fluido en flujo laminar entre dos placas paralelas cuando la placa superior se mueve con una velocidad constante.

**Relación Esfuerzo Cortante/ Viscosidad:** Para obtener una relación para la viscosidad, es necesario considerar una capa de fluido entre dos grandes placas paralelas, separadas por una distancia  $L$ . Luego se aplica una fuerza paralela constante  $F$  en la placa superior mientras que la inferior se mantiene fija. Después de los efectos transitorios iniciales, se puede ver que la placa superior se mueve de manera continua, a una velocidad constante  $V$ . El fluido, en contacto se pega a la superficie de esta y se mueve con ella a la misma velocidad, y el esfuerzo cortante  $\tau$  que actúa sobre esta capa de fluido es:

$$\tau = \frac{F}{A}$$

Donde  $A$  es el área de contacto entre la placa y el fluido.

### 5. Perfil de Velocidad y Gradiente de velocidad

El perfil de velocidad se refiere a la distribución de la velocidad de un fluido en movimiento en relación con una distancia específica, como la posición en un tubo o una superficie. En un flujo completamente desarrollado el perfil de velocidad varía desde 0 en la pared de la superficie, hasta un valor máximo  $V$  en el centro del tubo.

$$u(y) = \frac{y}{l}v \quad y \quad \frac{du}{dy} = \frac{v}{l}$$

Donde  $y$  es la distancia vertical desde la placa inferior.

### 6. Desplazamiento o deformación angular

Durante un intervalo diferencial de tiempo  $dt$ , las partículas a lo largo de una recta vertical MN giran de la forma que describen el ángulo diferencial  $d\beta$  al mismo tiempo que la placa superior se mueve a una distancia diferencial  $da = B V dt$ .

$$d\beta \approx \tan d\beta = \frac{da}{l} = \frac{v dt}{l} = \frac{du}{dy} dt$$

Si se realiza un ajuste matemático, la razón de deformación bajo la influencia del esfuerzo cortante  $\tau$  nos quedaría:

$$\frac{d\beta}{dt} = \frac{du}{dy}$$

Con esto podemos concluir que la razón de deformación angular de un fluido es equivalente al gradiente de velocidad ( $du/dy$ ). Es importante mencionar que, el gradiente de deformación angular se puede verificar de manera experimental para la mayoría de los fluidos, puesto que la razón de deformación es directamente proporcional al esfuerzo cortante  $\tau$ .

$$\tau \propto \frac{d\beta}{dt} \quad \text{O} \quad \tau \propto \frac{du}{dy}$$

## 7. Fluidos newtonianos

(Isaac Newton, 1687): Los fluidos newtonianos son todos aquellos en donde la razón de deformación es proporcional al esfuerzo cortante. Algunos ejemplos de estos pueden ser el agua, el aire, la gasolina. Algunas otras sustancias como la sangre y los plásticos líquidos son ejemplos de fluidos no-newtonianos.

El flujo unidimensional de fluidos newtonianos, el esfuerzo cortante se puede expresar mediante la siguiente fórmula:

$$\tau = \mu \frac{du}{dy} \left( \frac{N}{m^2} \right)$$

Donde la constante de proporcionalidad  $\mu$  se llama coeficiente de viscosidad o viscosidad dinámica del fluido, cuya magnitud se expresa en  $kg/m \cdot s$ , o de manera equivalente,  $N \cdot s/m^2$ . Una unidad común de la viscosidad es el poise, la cual en ocasiones funciona como una referencia útil.

## 8. Esfuerzo Cortante vs Razón de Deformación

Una gráfica esfuerzo cortante, en función de la razón de deformación para un fluido newtoniano es una recta cuya pendiente es la viscosidad de un fluido. Esta viscosidad es independiente de la deformación. Como la tasa de deformación es proporcional al esfuerzo cortante, la siguiente figura revela que la viscosidad es en realidad un coeficiente en una relación esfuerzo- deformación.

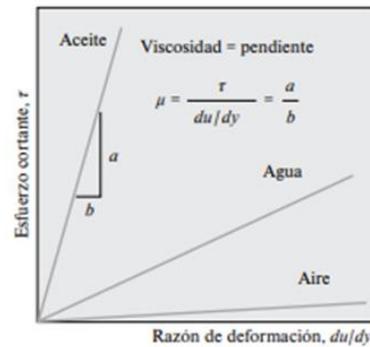


Figura 3. La razón de deformación (gradiente de velocidad) de un fluido newtoniano es proporcional al esfuerzo cortante, y la constante de proporcionalidad es la viscosidad.

## 9. Velocidad

La velocidad es una magnitud física que indica el cambio de posición de un objeto respecto al tiempo. Se expresa como la razón entre la distancia recorrida y el tiempo empleado, y puede escribirse como una cantidad vectorial o escalar.

$$v = \frac{d}{t}$$

Donde  $d$  es la distancia,  $v$  la velocidad y  $t$  el tiempo.

## IV. MATERIALES Y EQUIPO

- 1 jeringa
- 1 superficie lisa (vidrio)
- 1 cronometro
- 1ml de aceite de cocina
- 1ml de jabón para trastes
- 1ml de agua

## V. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

### 1. Preparación de la superficie

En el vidrio empleado se realiza la marca de la distancia que recorrerá el fluido. En nuestro caso están establecidos 30 cm

### 2. Medición del tiempo

Se coloca 1 ml del fluido dentro de la jeringa. El líquido se suelta desde la marca de referencia superior y se inicia el cronometro para medir el tiempo.



Figura 4. Fluidos sobre la superficie lisa

En cuanto el fluido cruza la marca inferior el cronometro se detiene.

### 3. Cálculo de la velocidad media (v)

Fluido	Tiempo
Agua	0.62 s
Aceite de cocina	5.15 s
Jabón para trastes	63.18 s

Los datos son registrados en una tabla y se calcula la velocidad media utilizando la fórmula:

$$v = \frac{L}{t}$$

Donde

**L = distancia**

**t = tiempo**

**v = velocidad media**

suponiendo que la velocidad de la capa superior de la gota del fluido es la velocidad media

### 4. Cálculo aproximado de la tasa de deformación

Suponiendo que la capa inferior del fluido que se encuentra en contacto con la superficie tiene una velocidad cercana a cero, podemos conocer una aproximación de la tasa de deformación mediante:

$$\frac{du}{dy} \approx \frac{v}{h}$$

Donde **v = velocidad media**

**h = espesor aproximado de la capa de fluido**

### 5. Cálculo del Esfuerzo Cortante (τ)

Usamos la expresión  $\tau = \frac{F_{caida}}{A_{contacto}}$ ; en nuestro caso, la  $F_{caida}$  es igual a el peso de la gota debido a que la superficie utilizada para el experimento está totalmente vertical.

El peso de la gota lo calculamos mediante  $w = mg$  donde **m** es la masa de la gota y **g** es la aceleración gravitacional.

Para saber el área de contacto del fluido con la superficie conociendo que es aproximadamente circular usamos la formula  $A_{contacto} \approx \pi r^2$

## 6. Cálculo de la viscosidad dinámica ( $\mu$ )

El esfuerzo cortante ( $\tau$ ) también se expresa como  $\tau = \mu \left(\frac{du}{dy}\right)$ . Con esta relación podemos conocer la viscosidad dinámica de nuestro fluido al realizar un despeje, por lo que la viscosidad dinámica sería  $\mu = \frac{\tau}{\left(\frac{du}{dy}\right)}$ .

### VI. CALCULOS MATEMATICOS

Para llevar a cabo el experimento, tomamos en cuenta que se utilizaron tres líquidos distintos (agua, aceite de cocina y jabón líquido para trastes), todos fueron medidos con una cantidad igual de fluido (1mL) y para el experimento, tenían que recorrer una longitud de 30cm sobre un cristal totalmente vertical, el cual funciono como nuestra primera placa paralela, mientras que la segunda se tomara como imaginaria, ya que como tal no usamos una segunda placa para este experimento, por lo que tenemos los siguientes datos.

#### Datos generales.

$$l = 30cm = 0.3m$$

$$g = 9.81 \frac{m}{s^2}$$

$$V_{agua} = 1mL = 0.001L$$

$$V_{aceite} = 1mL = 0.001L$$

$$V_{jabon} = 1mL = 0.001L$$

Ya con los datos generales, podemos avanzar para cada caso en específico.

#### Para el agua.

De acuerdo con lo observado durante el video, el mililitro de agua no sale todo en una gota, más bien el mililitro va cayendo paulatinamente. Esto causa que una gota de menor tamaño y peso llegue al final de la longitud mucho antes de que todo el volumen de agua salga de la jeringa utilizada. Por lo tanto, nuestra primera suposición es que, el volumen de la gota de agua será aproximadamente una cuarta parte del volumen que usamos para el experimento.

La gota que se formó tenía un diámetro aproximado de 3mm y tardo alrededor de 0.22s en recorrer la longitud de 30cm. Por lo que tenemos los siguientes datos:

$$l = 0.3m$$

$$t \approx 0.22s$$

$$d_{gota} \approx 0.003m$$

Con los datos anteriores, podemos conocer el valor aproximado de la velocidad media de la gota, por lo cual tendremos que:

$$v = \frac{l}{t} \approx \frac{0.3m}{0.22s} \approx 1.363 \frac{m}{s}$$

Ya que calculamos la velocidad media que tuvo la gota, podemos calcular el radio de la gota y el área total donde se aplico el esfuerzo cortante (el recorrido que siguió la gota en este caso). Para ello tomamos en cuenta que la gota tuvo un diámetro de 3mm y que el radio y el área se denotan con:

$$r = \frac{d}{2} \approx \frac{0.003m}{2} \approx 0.0015m \approx 1.5 \times 10^{-3}m$$

$$A = dl \approx (0.003m)(0.3m) \approx 0.0009m \approx 9 \times 10^{-4}m^2$$

Ya que conocemos el área donde se aplicó el esfuerzo cortante y conocemos el radio de la gota, es importante calcular la masa que tenía la gota de agua, ya que con eso podemos conocer el peso de esta, ya que el peso de la gota será igual a la fuerza de arrastre para este caso. Para conocer la masa, tenemos la formula  $\rho = \frac{m}{V}$ , donde  $\rho$  es la densidad del agua a 20°C y es igual a  $998 \frac{kg}{m^3}$ ,  $V$  es el volumen que como ya habíamos aclarado antes, es aproximadamente una cuarta parte del volumen total, por lo que:

$$V_{gota} = \frac{V_{agua}}{4} \approx \frac{0.001L}{4} \approx 2.5 \times 10^{-4}L \left(\frac{1m^3}{1000L}\right) \approx 2.5 \times 10^{-7}m^3$$

Conociendo el volumen de la gota, calculamos la masa:

$$\rho = \frac{m}{V} \rightarrow m = \rho V \approx \left(998 \frac{kg}{m^3}\right) (2.5 \times 10^{-7}m^3) \approx 2.495 \times 10^{-4}kg$$

Ya que conocemos la masa, podemos calcular el peso que será igual a la fuerza de arrastre, usando la siguiente formula:

$$F_{arrastre} = w = mg \approx (2.495 \times 10^{-4}kg) \left(9.81 \frac{m}{s^2}\right) \approx 2.447 \times 10^{-3}N$$

Ya que calculamos el peso, podemos calcular el esfuerzo cortante mediante la siguiente ecuación:

$$\tau = \frac{F_{arrastre}}{A} = \frac{w}{A} \approx \frac{2.447 \times 10^{-3}N}{9 \times 10^{-4}m^2} \approx 2.718Pa$$

Ya que sabemos el valor del esfuerzo cortante, podemos calcular la tasa de deformación usando la igualdad:  $\frac{du}{dy} = \frac{v}{h}$ , donde  $v$  es la velocidad media de la gota y  $h$  es el espesor de la película del

fluido. Como no sabemos el espesor de la gota, lo aproximaremos al valor del radio de la gota, por lo que tendremos lo siguiente:

$$\frac{dU}{dy} = \frac{v}{h} \approx \frac{v}{r} \approx \frac{1.363 \frac{m}{s}}{1.5 \times 10^{-3} m} \approx 908.66 s^{-1}$$

Ahora que ya tenemos la tasa de deformación, podemos calcular la viscosidad mediante la siguiente ecuación:

$$\tau = \mu \left( \frac{dU}{dy} \right) \rightarrow \mu = \frac{\tau}{\left( \frac{dU}{dy} \right)} \approx \frac{2.718 Pa}{908.66 s^{-1}} \approx 0.00299 Pa \cdot s$$

Así obtuvimos el valor de la viscosidad del agua  $\mu_{agua} = 0.00299 Pa \cdot s$

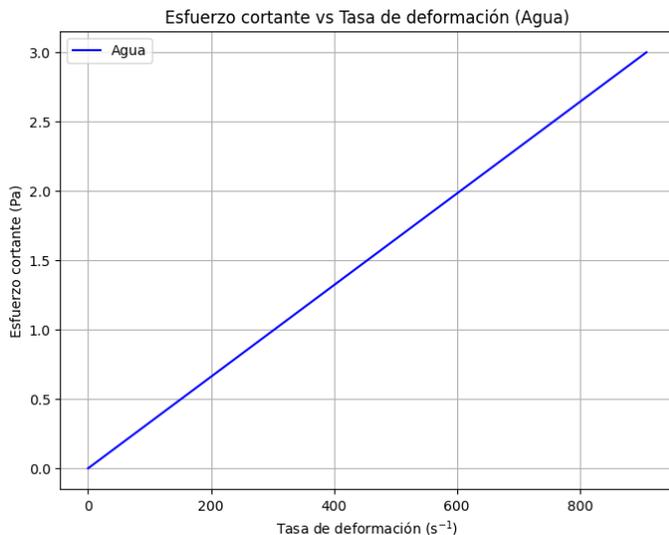


Figura 5. Gráfica que muestra la relación entre el esfuerzo cortante y la tasa de deformación para el agua, en la cual, la pendiente será el valor de la viscosidad dinámica.

### Para el aceite de cocina.

De acuerdo con lo observado durante el video, el mililitro de aceite de cocina no sale todo en una gota, más bien el mililitro va cayendo paulatinamente. Esto causa que una gota de menor tamaño y peso llegue al final de la longitud mucho antes de que todo el volumen del aceite salga de la jeringa utilizada. Por lo tanto, nuestra primera suposición es que, el volumen de la gota de aceite será aproximadamente una tercera parte del volumen que usamos para el experimento.

La gota que se formó tenía un diámetro aproximado de 5mm y tardo alrededor de 15.81s en recorrer la longitud de 30cm. Por lo que tenemos los siguientes datos:

$$l = 0.3m$$

$$t \approx 15.81s$$

$$d_{gota} \approx 0.005m$$

Con los datos anteriores, podemos conocer el valor aproximado de la velocidad media de la gota, por lo cual tendremos que:

$$v = \frac{l}{t} \approx \frac{0.3m}{15.81s} \approx 0.0189 \frac{m}{s}$$

Ya que calculamos la velocidad media que tuvo la gota, podemos calcular el radio de la gota y el área total donde se aplicó el esfuerzo cortante (el recorrido que siguió la gota en este caso). Para ello tomamos en cuenta que la gota tuvo un diámetro de 5mm y que el radio y el área se denotan con:

$$r = \frac{d}{2} \approx \frac{0.005m}{2} \approx 0.0025m \approx 2.5 \times 10^{-3} m$$

$$A = dl \approx (0.005m)(0.3m) \approx 0.0015m \approx 1.5 \times 10^{-3} m^2$$

Ya que conocemos el área donde se aplicó el esfuerzo cortante y conocemos el radio de la gota, es importante calcular la masa que tenía la gota de aceite, ya que con eso podemos conocer el peso de esta, ya que el peso de la gota será igual a la fuerza de arrastre para este caso. Para conocer la masa, tenemos la formula  $\rho = \frac{m}{V}$ , donde  $\rho$  es la densidad del aceite a 20°C y es igual a  $913.7 \frac{kg}{m^3}$ ,  $V$  es el volumen que como ya habíamos aclarado antes, es aproximadamente una tercera parte del volumen total, por lo que:

$$V_{gota} = \frac{V_{aceite}}{3} \approx \frac{0.001L}{3} \approx 3.333 \times 10^{-4} L \left( \frac{1m^3}{1000L} \right) \approx 3.333 \times 10^{-7} m^3$$

Conociendo el volumen de la gota, calculamos la masa:

$$\rho = \frac{m}{V} \rightarrow m = \rho V \approx \left( 913.7 \frac{kg}{m^3} \right) (3.333 \times 10^{-7} m^3) \approx 3.045 \times 10^{-4} kg$$

Ya que conocemos la masa, podemos calcular el peso que será igual a la fuerza de arrastre, usando la siguiente formula:

$$F_{arrastre} = w = mg \approx (3.045 \times 10^{-4} kg) \left( 9.81 \frac{m}{s^2} \right) \approx 2.987 \times 10^{-3} N$$

Ya que calculamos el peso, podemos calcular el esfuerzo cortante mediante la siguiente ecuación:

$$\tau = \frac{F_{arrastre}}{A} = \frac{w}{A} \approx \frac{2.987 \times 10^{-3} N}{1.5 \times 10^{-3} m^2} \approx 1.991 Pa$$

Ya que sabemos el valor del esfuerzo cortante, podemos calcular la tasa de deformación usando la igualdad:  $\frac{dU}{dy} = \frac{v}{h}$ , donde  $v$  es la velocidad media de la gota y  $h$  es el espesor de la película del fluido. Como no sabemos el espesor de la gota, lo aproximaremos al valor del radio de la gota, por lo que tendremos lo siguiente:

$$\frac{dU}{dy} = \frac{v}{h} \approx \frac{v}{r} \approx \frac{0.0189 \frac{m}{s}}{2.5 \times 10^{-3} m} \approx 7.56 s^{-1}$$

Ahora que ya tenemos la tasa de deformación, podemos calcular la viscosidad mediante la siguiente ecuación:

$$\tau = \mu \left( \frac{dU}{dy} \right) \rightarrow \mu = \frac{\tau}{\left( \frac{dU}{dy} \right)} \approx \frac{1.991 Pa}{7.56 s^{-1}} \approx 0.263 Pa \cdot s$$

Así obtuvimos el valor de la viscosidad del aceite de cocina  
 $\mu_{aceite} = 0.263 Pa \cdot s$

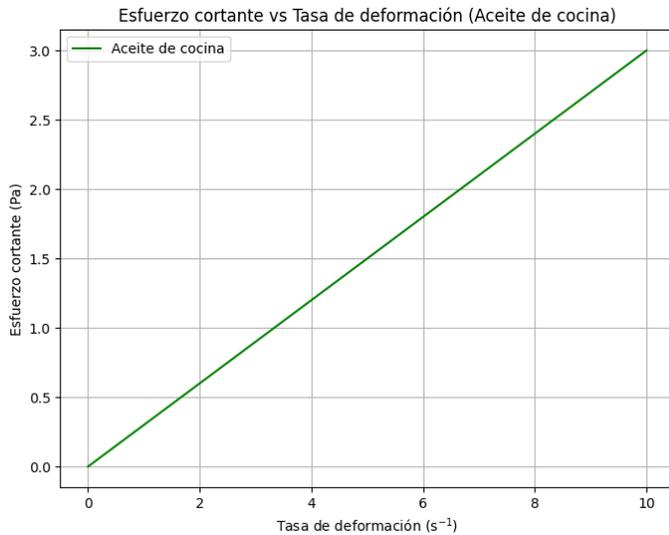


Figura 6 Grafica que muestra la relación entre el esfuerzo cortante y la tasa de deformación para el aceite de cocina, en la cual, la pendiente será el valor de la viscosidad dinámica

### Para el jabón líquido para trastes.

De acuerdo con lo observado durante el video, el mililitro de jabón líquido para trastes no sale todo en una gota, más bien el mililitro va cayendo paulatinamente. Esto causa que una gota de menor tamaño y peso llegue al final de la longitud mucho antes de que todo el volumen del jabón líquido para trastes salga de la jeringa utilizada. Por lo tanto, nuestra primera suposición es que, el volumen de la gota de jabón líquido para trastes será aproximadamente cuatro quintas partes del volumen que usamos para el experimento.

La gota que se formó tenía un diámetro aproximado de 5mm y tardo alrededor de 106.89s en recorrer la longitud de 30cm. Por lo que tenemos los siguientes datos:

$$l = 0.3m$$

$$t \approx 106.89s$$

$$d_{gota} \approx 0.005m$$

Con los datos anteriores, podemos conocer el valor aproximado de la velocidad media de la gota, por lo cual tendremos que:

$$v = \frac{l}{t} \approx \frac{0.3m}{106.89s} \approx 0.00280 \frac{m}{s} \approx 2.80 \times 10^{-3} \frac{m}{s}$$

Ya que calculamos la velocidad media que tuvo la gota, podemos calcular el radio de la gota y el área total donde se aplicó el esfuerzo cortante (el recorrido que siguió la gota en este caso). Para ello tomamos en cuenta que la gota tuvo un diámetro de 5mm y que el radio y el área se denotan con:

$$r = \frac{d}{2} \approx \frac{0.005m}{2} \approx 0.0025m \approx 2.5 \times 10^{-3}m$$

$$A = dl \approx (0.005m)(0.3m) \approx 0.0015m^2 \approx 1.5 \times 10^{-3}m^2$$

Ya que conocemos el área donde se aplicó el esfuerzo cortante y conocemos el radio de la gota, es importante calcular la masa que tenía la gota del jabón líquido para trastes, ya que con eso podemos conocer el peso de esta, ya que el peso de la gota será igual a la fuerza de arrastre para este caso. Para conocer la masa, tenemos la formula  $\rho = \frac{m}{V}$ , donde  $\rho$  es la densidad del jabón líquido para trastes a 20°C y es igual a  $1100 \frac{kg}{m^3}$ ,  $V$  es el volumen que como ya habíamos aclarado antes, es aproximadamente cuatro quintas partes del volumen total, por lo que:

$$V_{gota} = \frac{4V_{aceite}}{5} \approx \frac{(4)(0.001L)}{5} \approx 8 \times 10^{-4}L \left( \frac{1m^3}{1000L} \right) \approx 8 \times 10^{-7}m^3$$

Conociendo el volumen de la gota, calculamos la masa:

$$\rho = \frac{m}{V} \rightarrow m = \rho V \approx \left( 1100 \frac{kg}{m^3} \right) (8 \times 10^{-7}m^3) \approx 8.8 \times 10^{-4}kg$$

Ya que conocemos la masa, podemos calcular el peso que será igual a la fuerza de arrastre, usando la siguiente formula:

$$F_{arrastre} = w = mg \approx (8.8 \times 10^{-4}kg) \left( 9.81 \frac{m}{s^2} \right) \approx 8.632 \times 10^{-3}N$$

Ya que calculamos el peso, podemos calcular el esfuerzo cortante mediante la siguiente ecuación:

$$\tau = \frac{F_{arrastre}}{A} = \frac{w}{A} \approx \frac{8.632 \times 10^{-3}N}{1.5 \times 10^{-3}m^2} \approx 5.755 Pa$$

Ya que sabemos el valor del esfuerzo cortante, podemos calcular la tasa de deformación usando la igualdad:  $\frac{dU}{dy} = \frac{v}{h}$ , donde  $v$  es la velocidad media de la gota y  $h$  es el espesor de la película del fluido. Como no sabemos el espesor de la gota, lo aproximaremos al valor del radio de la gota, por lo que tendremos lo siguiente:

$$\frac{dU}{dy} = \frac{v}{h} \approx \frac{v}{r} \approx \frac{2.80 \times 10^{-3} \frac{m}{s}}{2.5 \times 10^{-3}m} \approx 1.12 s^{-1}$$

Ahora que ya tenemos la tasa de deformación, podemos calcular la viscosidad mediante la siguiente ecuación:

$$\tau = \mu \left( \frac{dU}{dy} \right) \rightarrow \mu = \frac{\tau}{\left( \frac{dU}{dy} \right)} \approx \frac{5.755 Pa}{1.12 s^{-1}} \approx 5.138 Pa \cdot s$$

Así obtuvimos el valor de la viscosidad del jabón para trastes:  
 $\mu_{jabon} = 5.138 Pa \cdot s$



Figura 7. Grafica que muestra la relación entre el esfuerzo cortante y la tasa de deformación para el jabón líquido para trastes, en la cual, la pendiente será el valor de la viscosidad dinámica.

En la siguiente imagen se muestra el comportamiento de los 3 líquidos en una misma grafica.

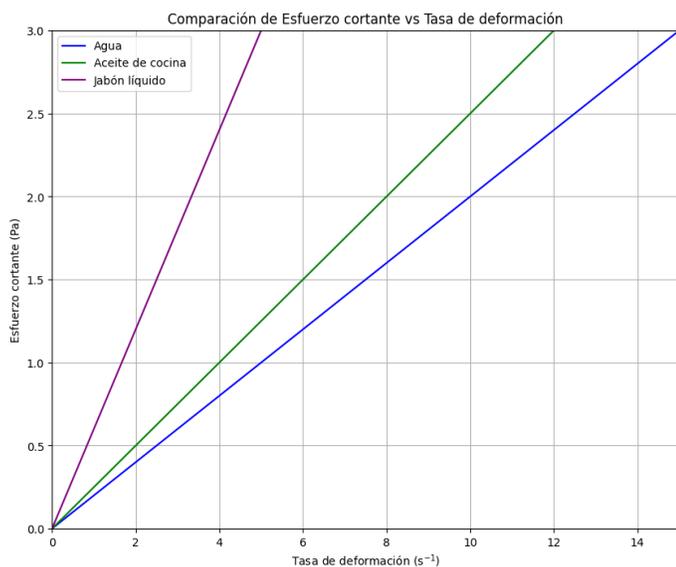


Figura 8. Grafica que muestra la relación entre el esfuerzo cortante y la tasa de deformación para los tres líquidos empleados en durante el experimento, en la cual, la pendiente será el valor de la viscosidad dinámica.

## VII. ANALISIS DE LOS DATOS EXPERIMENTALES

**Agua:** La viscosidad obtenida para el agua fue de 0.00299 Pa·s, que está dentro del rango esperado para agua a 20°C, donde la viscosidad real es aproximadamente 0.001 Pa·s según tablas científicas. Este valor indica que nuestro cálculo es ligeramente más alto que el valor estándar. La diferencia puede deberse a errores experimentales, como la inexactitud en la medición del

tiempo y variaciones en el tamaño de las gotas, así como la suposición de una "placa imaginaria". Sin embargo, el valor calculado es razonablemente cercano al valor real, y el bajo valor de viscosidad del agua sigue siendo consistente con su comportamiento esperado en aplicaciones industriales y de transferencia de calor.

**Aceite de cocina:** La viscosidad calculada para el aceite de cocina fue de 0.263 Pa·s. Comparado con los valores estándar para aceite vegetal a 20°C, que generalmente están en el rango de 0.060 a 0.100 Pa·s, nuestro resultado muestra una viscosidad significativamente mayor. Esta discrepancia podría ser atribuida a errores en la medición del tiempo de caída y la variabilidad en el tamaño de las gotas. La alta viscosidad medida confirma el comportamiento esperado del aceite, pero la diferencia sugiere que el valor real puede ser menor que el obtenido experimentalmente. Esto resalta la importancia de controlar las condiciones experimentales para obtener resultados más precisos.

**Jabón líquido para trastes:** El valor obtenido para el jabón líquido fue de 5.138 Pa·s. Este valor está dentro del rango de viscosidades para jabones líquidos, que puede variar entre 0.800 y 2.000 Pa·s, dependiendo de su formulación. La alta viscosidad medida se alinea con el comportamiento esperado del jabón líquido en la vida diaria, que es consistente con su capacidad para resistir el flujo y adherirse a las superficies. Sin embargo, la diferencia en la medición del tamaño de las gotas y la suposición del volumen efectivo podrían haber influido en la precisión del cálculo. En general, el resultado es compatible con los valores de referencia, aunque el diseño experimental podría haber causado ligeros errores en la medición.

## VIII. CONCLUSION

### General

El experimento confirmó que la viscosidad juega un papel crucial en la interacción entre las capas de fluido, ya que la resistencia al flujo limita la velocidad de desplazamiento de la gota. En general, este estudio evidencia cómo la viscosidad se traduce en una fuerza que actúa contra el movimiento, y destaca la importancia de medir con precisión las variables involucradas para obtener una caracterización adecuada del fluido.

### Aguirre García Mario Cesar

Para nuestra práctica de viscosidad podemos apreciar de qué manera se ven sometidos los fluidos ante un esfuerzo cortante, si bien la superficie usada no fue la idónea por diversos aspectos que afectaban a la caída del fluido, fue posible ver la manera en que se comportan, su distinta densidad, viscosidad y resistencia al esfuerzo cortante, gracias a todo lo anterior pudimos ver de manera teórica y práctica la viscosidad en los fluidos.

Con los resultados se concluye que los fluidos más viscosos son aquellos que tienen una mayor resistencia al movimiento, por lo que la gota tarda más tiempo en caer, esto debido a el esfuerzo cortante entre las capas del fluido. La viscosidad dinámica es una propiedad fundamental para comprender el comportamiento de los fluidos en movimiento y de vital importancia en el diseño de tuberías, sistemas de lubricación, sistemas de refrigeración, sistemas hidráulicos, etc.

#### Aranda Martínez Ricardo

Al realizar el experimento y los cálculos correspondientes, nos dimos cuenta de que hay muchos valores y condiciones que pueden afectar al momento de calcular la viscosidad dinámica, lo que causa que difieran del valor real, pero al menos pudimos corroborar en las gráficas presentadas que el comportamiento de la viscosidad si se cumple.

#### Cantera Martínez Omar

En la práctica de viscosidad, se comprobó que los fluidos con mayor viscosidad ofrecen más resistencia al flujo. Comportamiento que es clave para diversas aplicaciones, ya que la viscosidad de cada fluido afecta su comportamiento.

#### Díaz de la Rosa Orlando

Según la teoría, la tasa de deformación de un fluido se relaciona directamente con el gradiente de velocidad ( $du/dy$ ). El experimento confirma que los fluidos más viscosos muestran una tasa de deformación mayor, es decir, un gradiente de velocidad más pronunciado, debido a su mayor resistencia al cambio en la velocidad del flujo.

#### Montaño Molina Christian Jesús

La viscosidad de un fluido muestra como este se resiste a fluir en una superficie de contacto, donde a mayor viscosidad más difícil será el flujo se mueva sobre la superficie por lo tanto obstaculizando su movimiento y reduciendo su velocidad, además de dificultarnos el control del flujo por el como este se opone a fluir.

#### Zamora Chávez Josué

La viscosidad determina el comportamiento del flujo en los fluidos, ya que la viscosidad es clave para distinguir entre flujos laminares y turbulentos, afectando la eficiencia y el diseño de sistemas hidráulicos

También tiene una influencia significativa en la resistencia al movimiento ya que los fluidos viscosos ofrecen mayor resistencia al movimiento de objetos, lo que es fundamental para el diseño de vehículos y aeronaves, donde se busca minimizar la fricción con el aire o el agua.

[1]. Y. A. Cengel, J. M. Cimbala, *Mecánica de fluidos, fundamentos y aplicaciones*, 4th ed. McGraw Hill, 2018.

[2] *Flottweg Wiki Definition: Viscosidad dinámica*. (s. f.). <https://www.flottweg.com/es/wiki/tecnica-de-separacion/viscosidad-dinamica/>

[3] <https://chatgpt.com/share/66e4c79d-3c98-8010-bdc1-de56bd2cd8b9>

[4] Flow. (2024, 30 agosto). *Autmix | ¿Cómo funciona el esfuerzo cortante en fluidos?*

<https://autmix.com/blog/como-funciona-el-esfuerzo-cortante-en-fluidos>