

# LABORATORIO N°1

## *Sistemas materiales*

QUÍMICA – 63.01/83.01  
1º 2020

# **TRABAJO PRÁCTICO N°2.**

## **MEDIDA DE LA VISCOSIDAD POR EL MÉTODO DE STOKES.**

# SISTEMAS MATERIALES

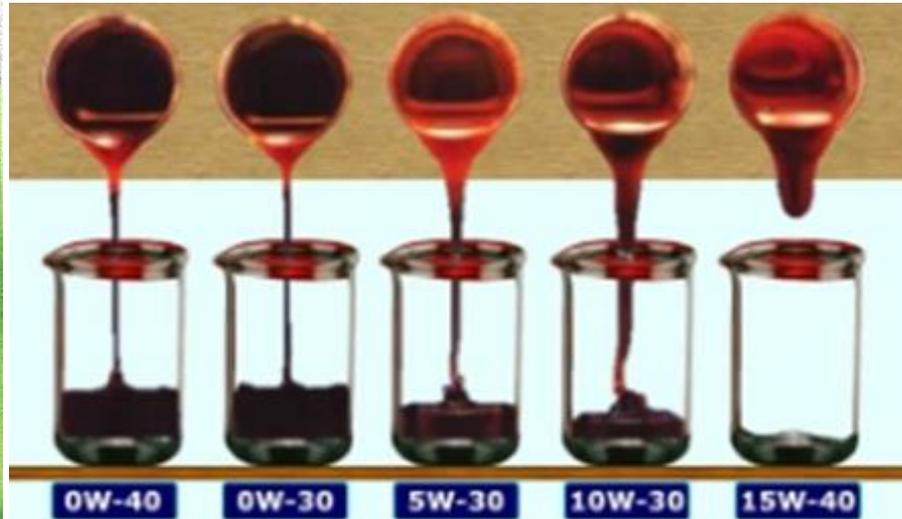
## OBJETIVOS:.

- ✓ Reconocer la propiedad de viscosidad de los líquidos y medirla por el método de Stokes

## Conceptos teóricos que debe conocer para realizar la practica

- Naturaleza y fuerzas intermoleculares que presentan las sustancias a ser separadas.

# PROPIEDADES DE LOS LÍQUIDOS: *VISCOSIDAD*

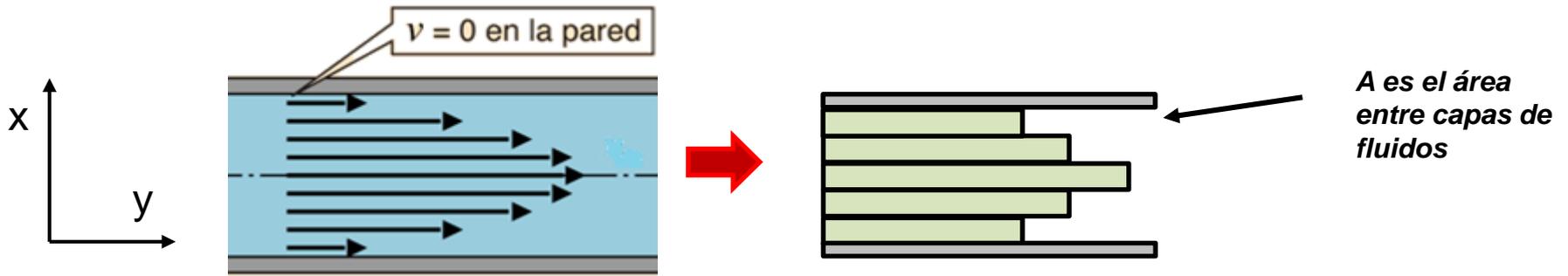


**Es la resistencia a fluir que presenta un fluido.**

**Es necesario ejercer una fuerza para obligar a una capa de fluido a deslizar sobre otra debido a las fuerzas intermoleculares existentes.**



La **VISCOSIDAD** es una medida del rozamiento interno entre las capas de fluido.



La fuerza ( $F_y$ ) por unidad de área ( $A$ ) que hay que aplicar es proporcional al **gradiente de las velocidades** entre las capas. La constante de proporcionalidad o **COEFICIENTE DE VISCOSIDAD DINÁMICO** se denomina comúnmente viscosidad y se designa con la letra  $\eta$ .

Ley de Newton de la viscosidad

$$\frac{F_y}{A} = \eta \frac{dv_y}{dx}$$

Flujo estacionario de fluido Newtoniano



# Unidades viscosidad

**$\eta$  = VISCOSIDAD DINÁMICA**

Unidades

Pascal-segundo (Pa·s), que corresponde a 1 N·s/m<sup>2</sup> ó 1 kg/(m·s).

**POISE (P) o centiPoise (cP) .**

1poise = 100centipoise = 1g/(cm·s) = 0,1Pa·s

**$\mu$  = VISCOSIDAD CINEMÁTICA**

$$\mu = \frac{\eta}{\rho}$$

Con  $\rho$  = densidad del fluido

Unidades

**Stoke (St) o centiStokes**

1St = 100cSt = 1cm<sup>2</sup>/s = 0.0001m<sup>2</sup>/s



# COMPARACIÓN DE VISCOSIDADES ENTRE LÍQUIDOS Y GASES

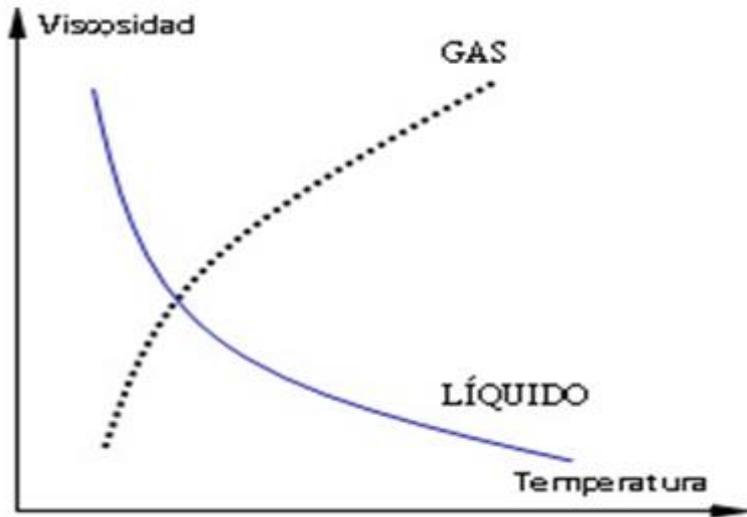
Valores de  $\eta$  en cP para líquidos y gases a 25°C y 1 atm,

Sustancia	$C_6H_6$	$H_2O$	$H_2SO_4$	Aceite de oliva	Glicerol	$O_2$	$CH_4$
$\eta$ (cP)	0,60	0,89	19	80	954	0,021	0,011

¿Qué sustancias son líquidas y cuales gases a la T y P dadas?



# COMPORTAMIENTO DE LA VISCOSIDAD DE FLUIDOS CON LA TEMPERATURA



**GASES**



Al *aumentar* la temperatura



**AUMENTA** viscosidad

**LÍQUIDOS**



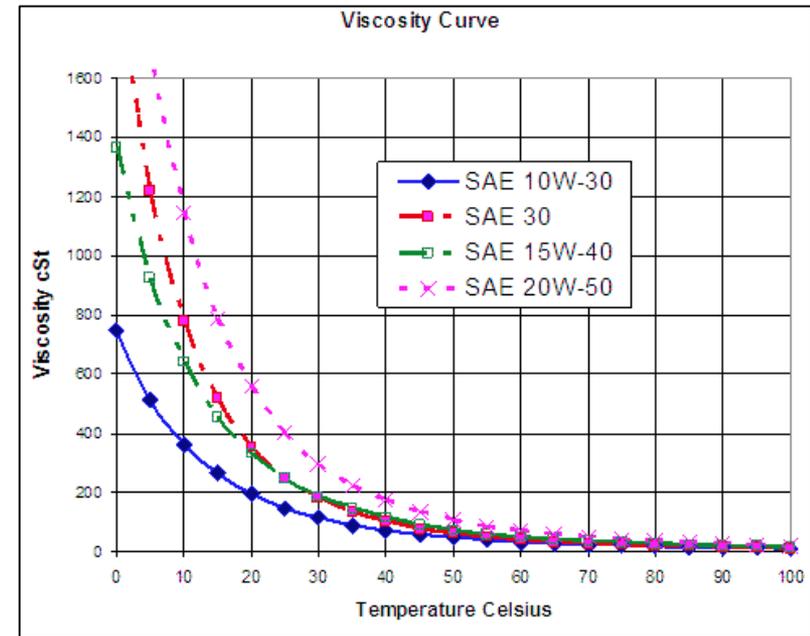
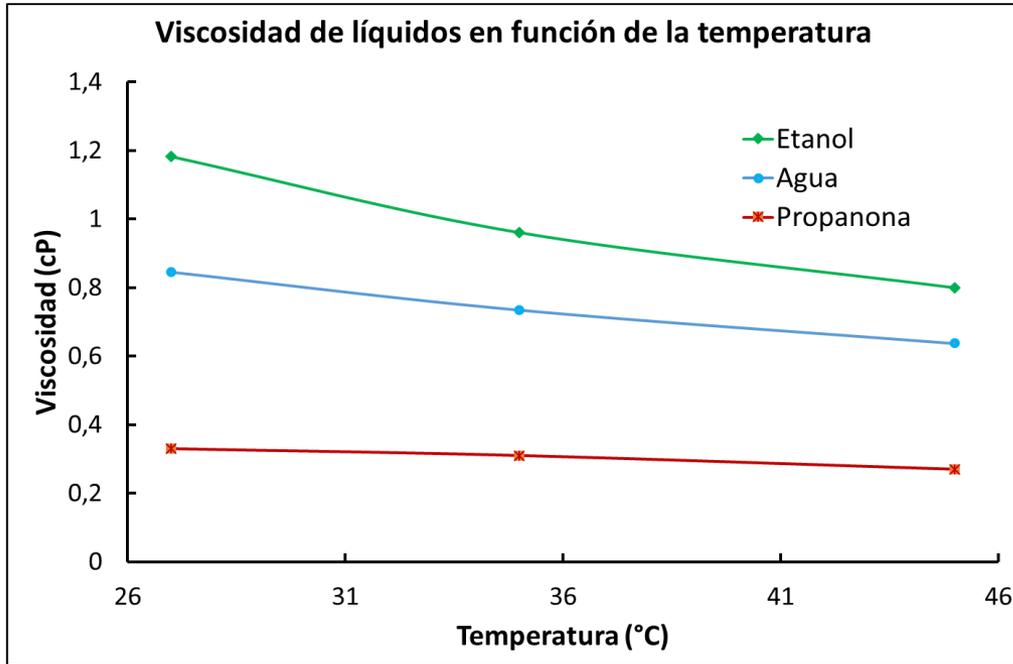
Al *aumentar* la temperatura



**DISMINUYE**  
viscosidad

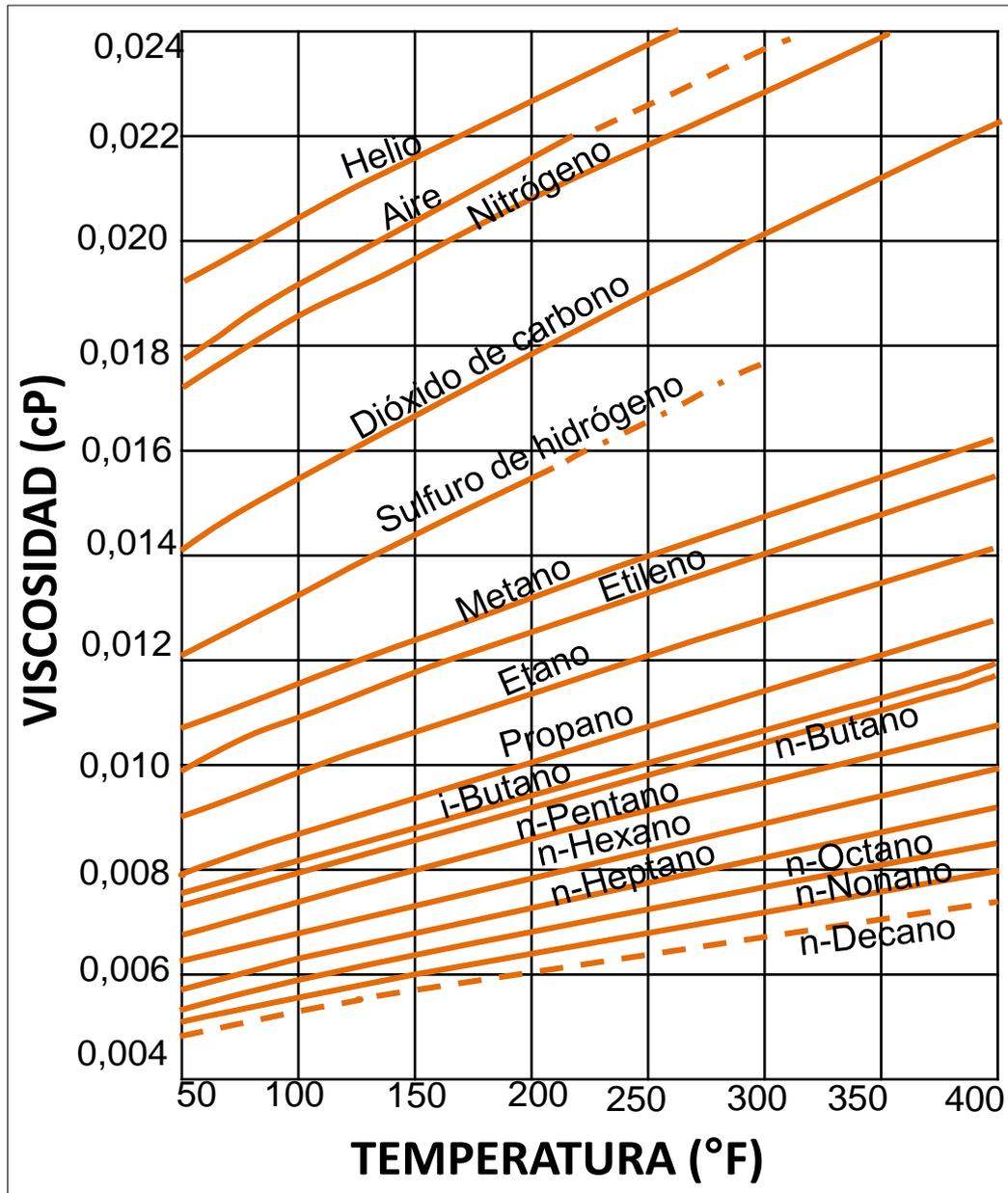


# Comportamiento de la viscosidad de los líquidos con la temperatura



Distintos tipos de aceite de motor

# Comportamiento de la viscosidad de los gases con la temperatura



# VARIACIÓN DE LA VISCOSIDAD DE FLUIDOS CON LA PRESIÓN

**GASES**

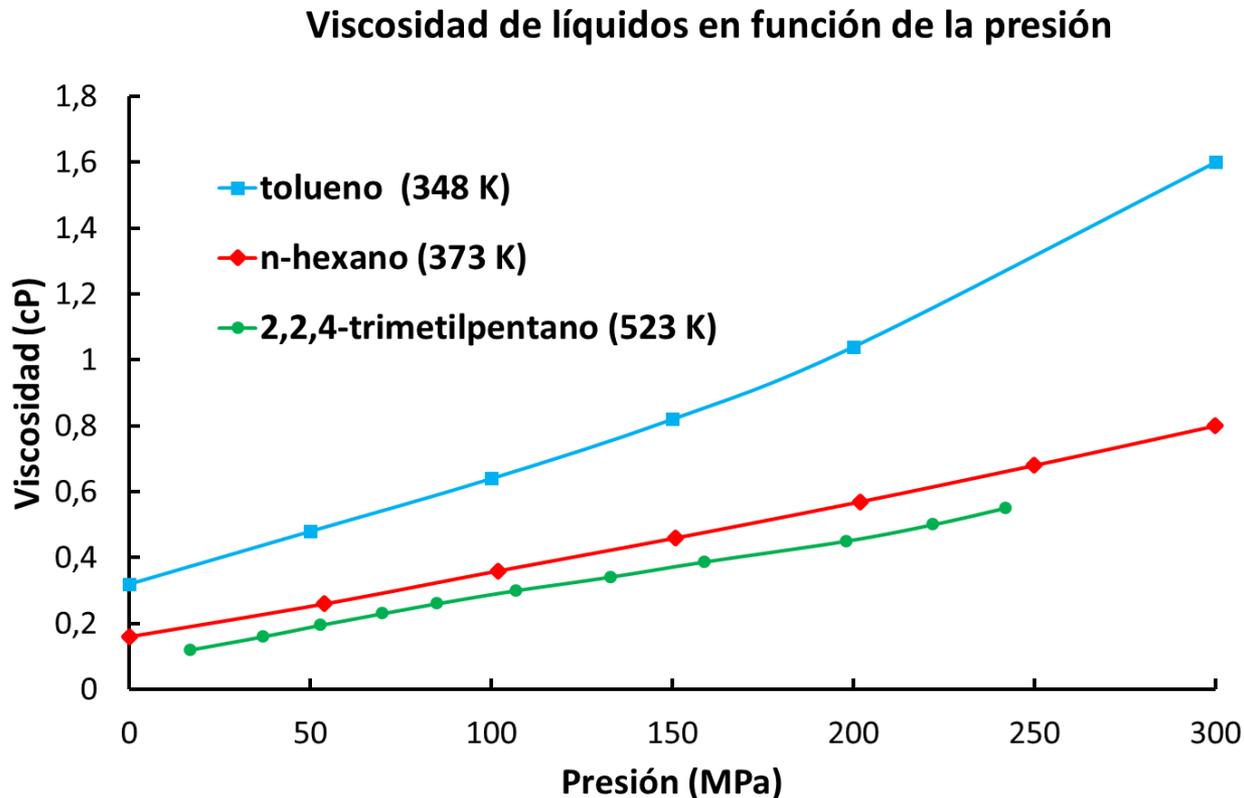


**No** experimentan cambios al aumentar la presión

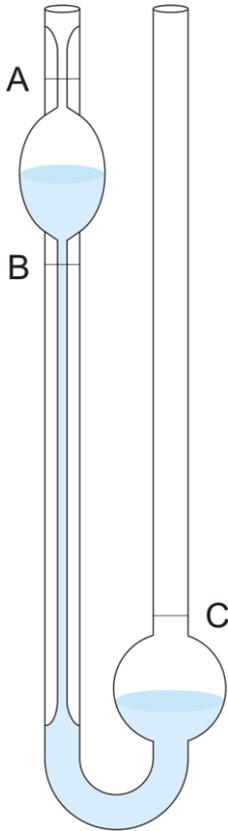
**LÍQUIDOS**



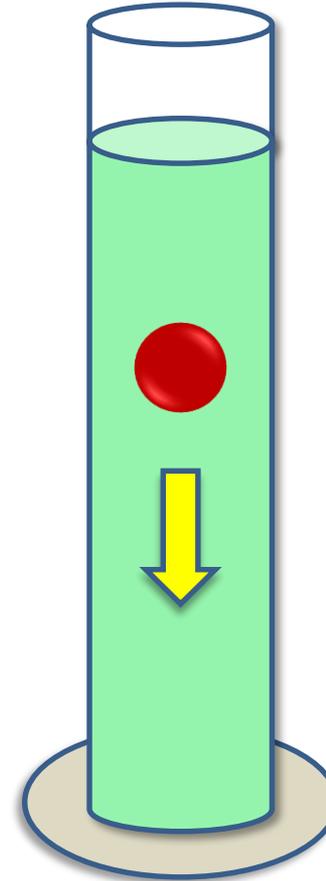
La viscosidad **umenta** al *umentar* la presión



# Determinación experimental de la viscosidad



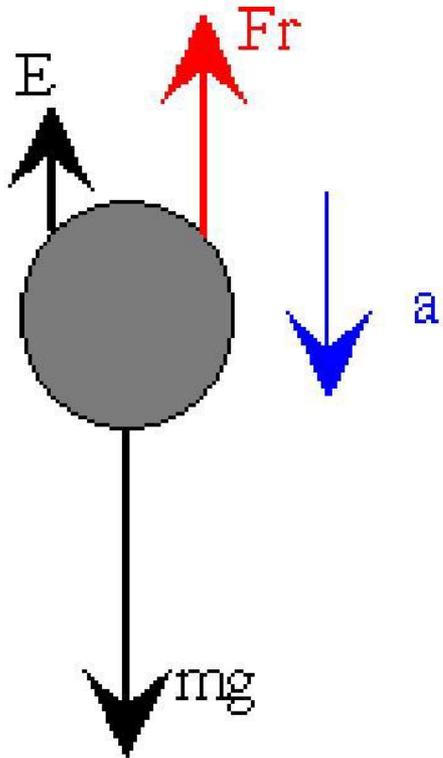
**Viscosímetro de Ostwald**



**Método de Stokes**



# Método de Stokes



*Ley de Stokes*

$$F_r = 6\pi R\eta v$$

$$mg = \rho_e V_e = \rho_e \frac{4}{3} \pi R^3 g$$

$$E = \rho_f V_e g = \rho_f \frac{4}{3} \pi R^3 g$$

*2da Ley de Newton:*

$$ma = mg - E - F_r$$

$g$  : aceleración de la gravedad = 981 cm/s<sup>2</sup>

$\rho_e$  : densidad de la esfera (g/cm<sup>3</sup>)

$\rho_f$  : densidad del aceite (g/cm<sup>3</sup>)

$R$  : radio de la esfera (cm)

$v$  : velocidad (cm/s)

$V_e$  : Volumen de la esfera (cm<sup>3</sup>)

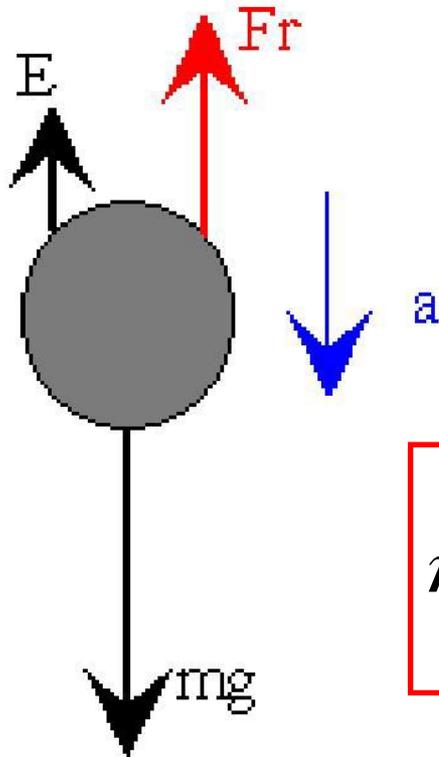


# Método de Stokes

$$ma = mg - E - F_r$$

$a = 0 \rightarrow$  velocidad constante  $\rightarrow$  **Velocidad límite:  $v_{lim}$**

$$0 = \rho_e \frac{4}{3} \pi R^3 g - \rho_f \frac{4}{3} \pi R^3 g - 6\pi R \eta v_{lim}$$



$$\eta(cP) = \frac{2 \cdot g (\rho_e - \rho_f) \cdot R^2}{9 \cdot v_{lim}} \times \frac{100cP}{1P}$$

$g$  : aceleración de la gravedad = 981 cm/s<sup>2</sup>

$\rho_e$  : densidad de la esfera (g/cm<sup>3</sup>)

$\rho_f$  : densidad del aceite (g/cm<sup>3</sup>)

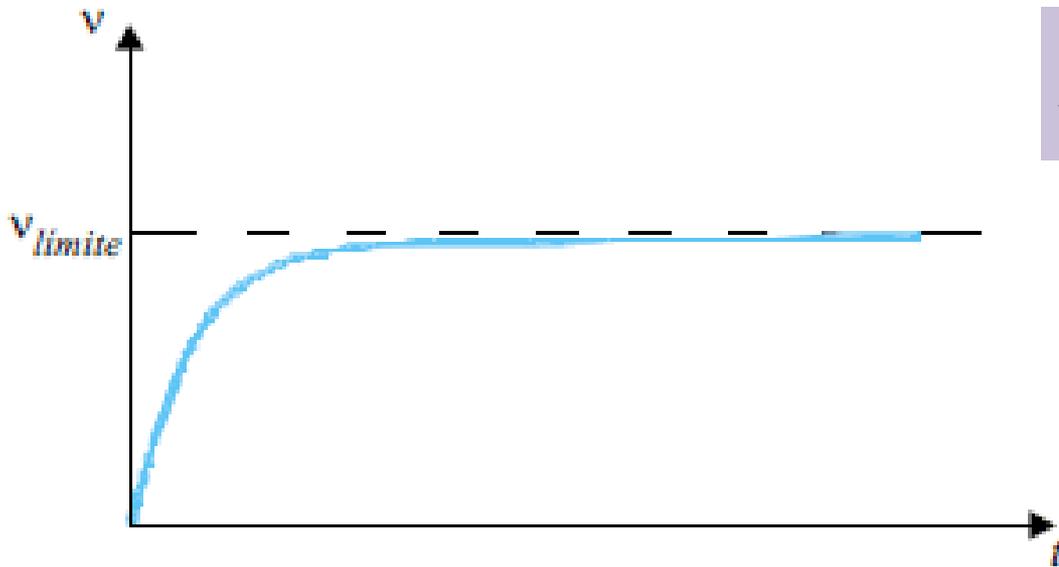
$R$  : radio de la esfera (cm)

$v_{lim}$  : velocidad límite (cm/s)



# VELOCIDAD LÍMITE

Expresión para la velocidad en función del tiempo para un objeto cayendo en un fluido viscoso e infinito.



$$v = v_{\text{lím}} \left( 1 - e^{-\frac{kt}{m}} \right)$$

Válida para  $v=0$  a  $t=0$

Siendo  $k = 6\pi R\eta$



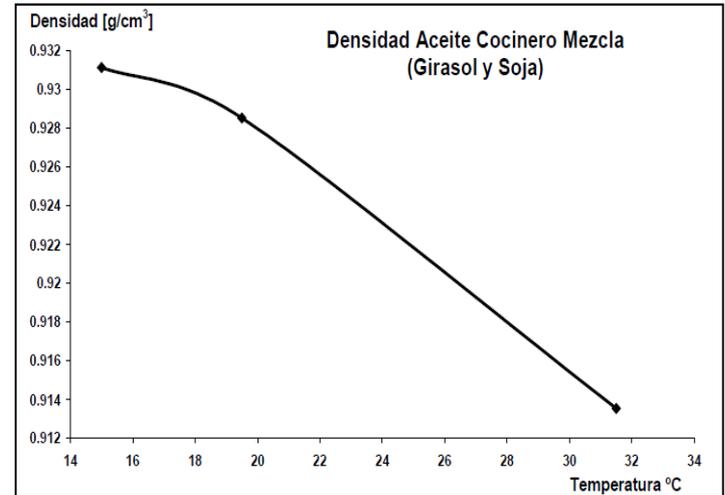
# MEDIDA DE LA VISCOSIDAD POR EL MÉTODO DE STOKES

## Magnitudes a medir:

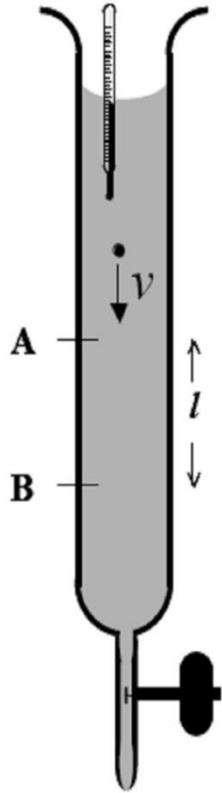
- ✓ *Diámetro de las esferas (con calibre)*
- ✓ *Temperatura del líquido (con termómetro)*
- ✓ *Distancia de tránsito de la esfera (con regla)*
- ✓ *Tiempo de tránsito de la esfera (con cronómetro)*

## Magnitudes a calcular:

- ✓ *Volumen y Densidad de las esferas (Datos: Masa promedio esferas =5,385g, Vol esfera= $4/3\pi R^3$ )*
- ✓ *Densidad del líquido (ver gráfico).*
- ✓ *Velocidad de descenso de la esfera.*



# Procedimiento:



- ✓ Medir y anotar el tiempo de tránsito de la esfera entre dos marcas cualesquiera.
- ✓ Realizar el procedimiento dos veces, una con cada esfera.
- ✓ Con los tiempos de tránsito obtenidos, calcular la velocidad límite de caída.
- ✓ Calcular el valor del coeficiente de viscosidad del líquido utilizando la siguiente expresión.
- ✓ Comparar el valor obtenido con el del agua y justificar las diferencias.

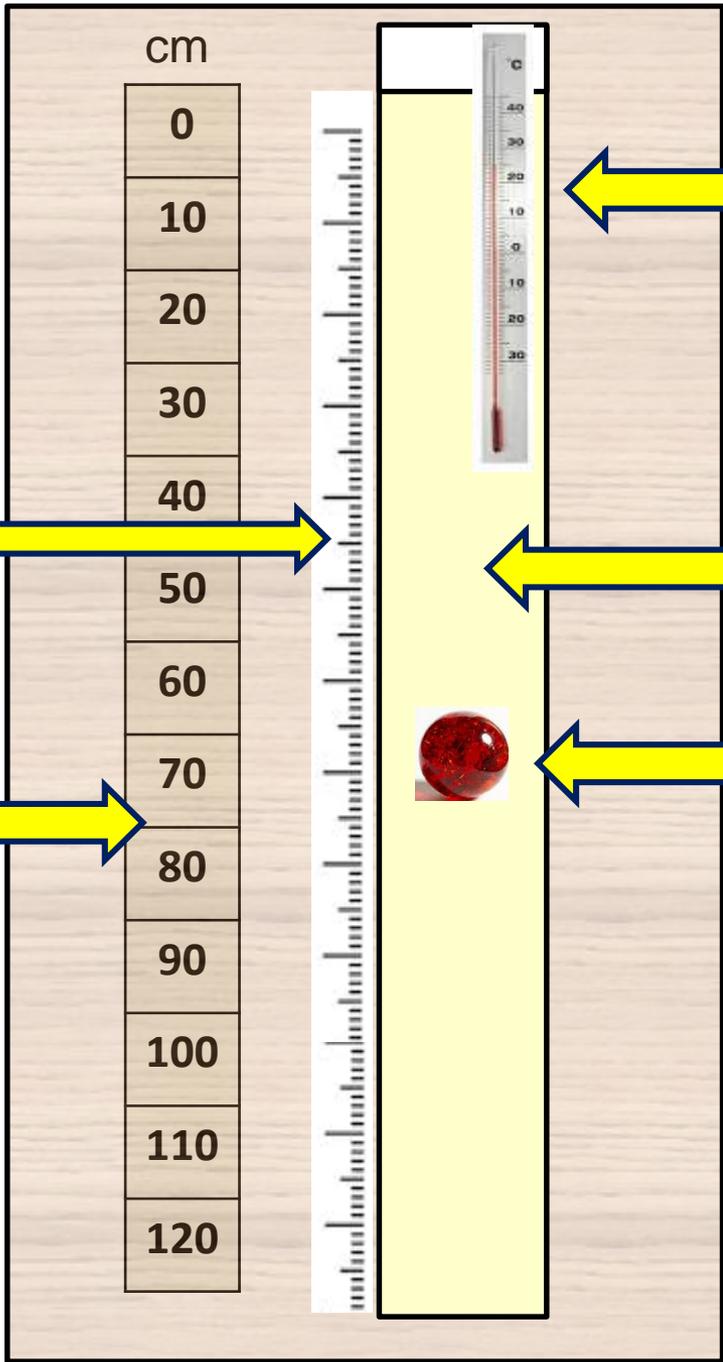
**IMPORTANTE:**  
utilizar los datos  
en unidades  
consistentes!!!

$$\eta(cP) = \frac{2 \cdot g (\rho_e - \rho_f) \cdot R^2}{9 \cdot v} \times \frac{100cP}{P}$$

**ESQUEMA  
EQUIPO  
EXPERIMENTAL**

Regla

Escala  
graduada



Termómetro

Tubo vidrio  
+ aceite de  
cocina

Canica



Cronómetro



## ACTIVIDAD A REALIZAR

Completar con los datos faltantes y calcular la viscosidad

Diámetro 1 Esfera (cm)	1,61	Diámetro 2 Esfera (cm)	1,61
Diámetro Promedio (cm)		<b>Radio (cm)</b>	
Volumen Esfera (cm <sup>3</sup> )		Masa Esfera (g)	5,385
<b>Densidad Esfera (g/cm<sup>3</sup>)</b>		Acel. Gravedad (cm/s <sup>2</sup> )	981
Longitud 1 (cm)	50	Tiempo 1 (s)	2,51
Velocidad 1 (cm/s)			
Longitud 2 (cm)	50	Tiempo 2 (s)	2,49
Velocidad 2 (cm/s)			
<b>Velocidad Promedio (cm/s)</b>			
Temperatura aceite (°C)	24°C	<b>Densidad Aceite (g/cm<sup>3</sup>)</b>	
<b>VISCOSIDAD ACEITE (cP)</b>			

## ACTIVIDAD A REALIZAR

Comparar el valor obtenido con datos de bibliografía. Si existen diferencias sustanciales, analizar posibles fuentes de incerteza.

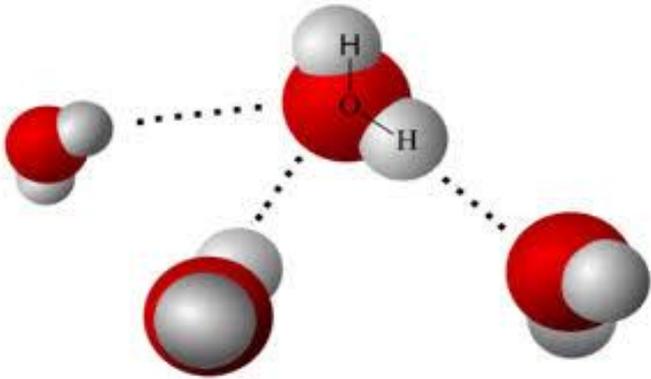
Realizar práctica empleando la aplicación que se encuentra en el Campus FIUBA:

<https://github.com/DMaitia/AugmentedReality/wiki/Viscosidad:-descarga>

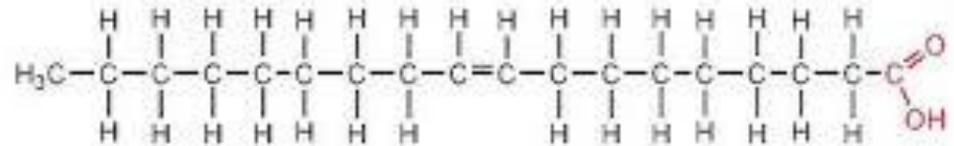
Comparar los valores obtenidos. Discutir las posibles discrepancia entre ellos.

## ACTIVIDAD A REALIZAR

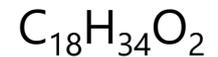
Justificación de las viscosidades obtenidas. ¿El resultado es el esperado en base a las fuerzas intermoleculares presentes en las sustancias?



Agua



ácido oléico



Ácido oleico

